



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL INALÁMBRICO PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL CUARTO DE ENFRIAMIENTO DE LA PLANTA DE CÁRNICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO”

**ÁNGEL GEOVANNY PÉREZ PILCO
JOSÉ LUIS JARAMILLO VICUÑA**

TRABAJO DE TITULACIÓN **TIPO: PROYECTO TÉCNICO**

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

**RIOBAMBA – ECUADOR
2018**

ESPOCH

Facultad de Mecánica

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

2017-04-28

Yo recomiendo que el Trabajo de Titulación preparado por:

**ÁNGEL GEOVANNY PÉREZ PILCO
JOSÉ LUIS JARAMILLO VICUÑA**

Titulado:

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL
INALÁMBRICO PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL CUARTO DE
ENFRIAMIENTO DE LA PLANTA DE CÁRNICOS DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS PECUARIAS DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO”**

Sea aceptado como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Ing. Carlos Santillán Mariño
DECANO FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Eduardo García Cabezas.
DIRECTOR

Ing. Ángel Guamán Lozano.
ASESOR

ESPOCH

Facultad de Mecánica

EXAMINACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: ÁNGEL GEOVANNY PÉREZ PILCO

TÍTULO DE LA TESIS: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL INALÁMBRICO PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL CUARTO DE ENFRIAMIENTO DE LA PLANTA DE CÁRNICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO”**

Fecha de Examinación: 2018-04-18

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Ángel Guamán Mendoza PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Eduardo García Cabezas DIRECTOR			
Ing. Ángel Guamán Lozano ASESOR			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Ángel Guamán Mendoza.
PRESIDENTE TRIB. DEFENSA

ESPOCH

Facultad de Mecánica

EXAMINACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: JOSÉ LUIS JARAMILLO VICUÑA

TÍTULO DE LA TESIS: “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL INALÁMBRICO PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL CUARTO DE ENFRIAMIENTO DE LA PLANTA DE CÁRNICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO”

Fecha de Examinación: 2018-04-18

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Ángel Guamán Mendoza. PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Eduardo García Cabezas DIRECTOR			
Ing. Ángel Guamán Lozano ASESOR			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Ángel Guamán Mendoza.
PRESIDENTE TRIB. DEFENSA

DERECHOS DE AUTORÍA

El Trabajo de Titulación que presentamos, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos–científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Ángel Geovanny Pérez Pilco

José Luis Jaramillo Vicuña

DECLARACION DE AUTENTICIDAD

Nosotros, Ángel Geovanny Pérez Pilco y José Luis Jaramillo Vicuña, declaramos que el presente Trabajo de Titulación es de nuestra autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autores, asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Titulación.

Ángel Geovanny Pérez Pilco
Cédula de Identidad: 060402904-1

José Luis Jaramillo Vicuña
Cédula de Identidad: 180450200-1

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación está dedicado con todo mi amor, respeto y admiración a mi padre Ángel Pérez, mi madre Mariana Pilco, por su ejemplo a seguir, por haberme dado la vida y haber inculcado en mis valores y principios esenciales de un hombre de bien, de igual manera a mi esposa Nataly Iñiguez por su apoyo incondicional en esos momentos duros, quienes depositaron su confianza y apoyo incondicional, a la espera que algún día se plasme en realidad su anhelo de verme como una persona útil para mi familia y la sociedad

Ángel Geovanny Pérez Pilco

El presente trabajo de titulación lo dedico a mis padres, a mis hermanos por su ejemplo, apoyo y paciencia; a ti Dayra por ser mi confidente y ahora mi compañera, quienes depositaron su confianza y apoyo incondicional, a la espera que algún día se plasme en realidad su anhelo de verme como una persona útil para mi familia y la sociedad

Al ser que es mi mayor bendición y mi mejor estímulo para seguir adelante para ti hijo Derek Jair.

José Luis Jaramillo Vicuña

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darnos salud, vida, y fortaleza para poder culminar con éxito todos los retos presentados a lo largo de nuestra vida estudiantil, por permitirnos culminar nuestro trabajo de titulación con la mayor satisfacción posible.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Mecánica, especialmente a la Escuela de Ingeniería Industrial, al grupo de docentes que durante nuestros años de estudios nos han brindado sus conocimientos, permitiéndonos plasmarlos en el presente trabajo de investigación.

El agradecimiento profundo al director del trabajo de titulación, Ing. Mg. Eduardo García Cabezas y Miembro Ing. Mg. Ángel Guamán Lozano, por la confianza, apoyo y dedicación de tiempo, por haber compartido con nosotros sus conocimientos y sobre todo su amistad.

A mis compañeros (as) amigos (as), por quienes con este trabajo renuevo mi compromiso de continuar esforzándome y cosechar grandes triunfos que acrecenten el orgullo y la estima hacia mi persona.

Hoy solamente queremos expresar a todos un inmenso ¡GRACIAS!

CONTENIDO

Pág.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1	Antecedentes	1
1.2	Planteamiento del problema.....	1
1.3	Justificación	2
1.4	Objetivos.....	2
1.4.1	<i>Objetivo general:</i>	2
1.4.2	<i>Objetivos específicos:</i>	3

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1	Sistemas de refrigeración.....	4
2.1.1	<i>Tipos de sistemas de refrigeración.</i>	4
2.2	Cámara de refrigeración.....	6
2.3	Principio de funcionamiento.	7
2.4	Características de los cuartos fríos.....	7
2.5	Parámetros de diseño de una cámara de refrigeración.....	8
2.6	Control de procesos.	9
2.7	Automatización industrial.....	10
2.8	Autómatas programables.	11
2.8.1	<i>Logo</i>	12
2.10.2	<i>Modelo logoV8</i>	12
2.9	Monitoreo de procesos.....	13
2.9.1	<i>Monitoreo local</i>	14
2.9.2	<i>HMI</i>	14
2.9.3	<i>Monitoreo remoto.</i>	15
2.9.4	<i>WSN (redes inalámbrica de sensores)</i>	16
2.9.5	<i>Tecnología ZIGBEE</i>	16

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA DEL DISEÑO DEL SISTEMA

3.1	Determinación de la situación actual	20
3.1.1	<i>Antecedentes.</i>	20
3.1.2	<i>Planta de cárnicos de la Facultad de Ciencias Pecuarias.</i>	20
3.1.3	<i>Cuarto frio de la planta de cárnicos.</i>	21
3.1.4	<i>Evaluación del cuarto de enfriamiento.</i>	21
3.2	Evaluación estructural.....	22
3.2.1	<i>Sistema eléctrico.</i>	24
3.2.2	<i>Sistema de unidad condensadora</i>	25
3.3	Diseño del sistema de control	26
3.3.1	<i>Definición de requerimientos.</i>	27
3.3.2	<i>Diseño del sistema de control</i>	27
3.3.3	<i>Selección del contactor-interfaz de potencia para el compresor.</i>	33
3.3.4	<i>Diseño del sistema de monitoreo</i>	35
3.3.5	<i>Selección de un regulador de voltaje.</i>	41
3.3.6	<i>Selección del gabinete para tablero eléctrico.</i>	41

3.4	Configuración del sistema de control	42
3.4.1	<i>Programación logo.</i>	42
3.4.2	<i>Configuración de los elementos de monitoreo</i>	43
3.5	Configuración del sistema de monitoreo.	48
3.5.1	<i>Configuración Xbee.</i>	49

CAPÍTULO IV

4 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO

4.1	Mantenimiento e implementación del nuevo sistema de control y monitoreo.	53
4.1.1	<i>Mantenimiento del cuarto frío del laboratorio</i>	53
4.2	Implementación del sistema de control.	54
4.2.2	<i>Diagramas de conexión del sistema de control.</i>	55

CAPÍTULO V

5 RECURSOS Y COSTOS

5.1	Recursos	60
5.2	Costos de la implementación.	61
5.2.1	<i>Costos directos</i>	61
5.2.2	<i>Costos indirectos</i>	61
5.2.3	<i>Costo total</i>	61

CAPÍTULO VI

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1	Conclusiones	63
6.2	Recomendaciones	64

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

PLANOS

LISTA DE TABLAS

Tabla 2-1.	Variantes de Logo.....	13
Tabla 1-3.	Estructura de la planta actual.....	23
Tabla 2-3.	Evaluación del sistema Eléctrico.....	24
Tabla 3-3.	Sistema de refrigeración	25
Tabla 4-3.	Escala de evaluación.....	28
Tabla 5-3.	Características principales PLC S71200	28
Tabla 6-3.	Evaluación de la alternativa A.....	29
Tabla 7-3.	Características principales PLC S71200	30
Tabla 8-3.	Evaluación de la alternativa B	30
Tabla 9-3.	Características principales SIEMENS LOGO V8.....	31
Tabla 10-3.	Evaluación de la alternativa C	32
Tabla 11-3.	Selección de la mejor alternativa.....	32
Tabla 12-3.	Compresor ELGIN TCM-0040-D	33
Tabla 13-3.	Características principales pantalla KTP400 Basic mono PN.....	36
Tabla 14-3.	Evaluación de la Alternativa A.....	36
Tabla 15-3.	Características principales pantalla KTP600 Basic color DP.....	37
Tabla 16-3.	Evaluación de la Alternativa B.....	37
Tabla 17-3.	Características principales pantalla de visualización LOGO TDE.....	38
Tabla 18-3.	Evaluación de la Alternativa B.....	38
Tabla 19-3.	Selección de la mejor alternativa.....	39
Tabla 1-5.	Costos directos.....	62
Tabla 2-5.	Costos indirectos.	62
Tabla 3-5.	Costo total.....	62

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-2. Planta frigorífica	4
Figura 2-2. Sistemas de expansión seca	5
Figura 3-2. Cámara fría.....	6
Figura 4-2. Cámara fría unidad condensadora arriba	8
Figura 5-2 Control de procesos.....	10
Figura 6-2 . Pirámide de la automatización	11
Figura 7-2. Logo V8	12
Figura 8-2. Monitoreo local.....	14
Figura 9-2. Pantalla HMI.....	15
Figura 10-2. Xbee	17
Figura 11-2. Placa arduino.....	18
Figura 1-3. Facultad de Ciencias Pecuarias	20
Figura 2-3. Laboratorio de Cárnicos.....	21
Figura 3-3. Bodega del Laboratorio de Cárnicos.....	22
Figura 4-3. Esquema laboratorio de cárnicos	26
Figura 5-3. Secuencia de proceso del sistema de control	27
Figura 6-3. PLC S7-1200.....	29
Figura 7-3. Tarjeta Arduino.....	29
Figura 8-3. PLC de SIEMENS Logo V8	31
Figura 9-3. Selección del elemento que procesara los datos	32
Figura 10-3. Placa del compresor ELGIN	33
Figura 11-3. Contactor de 8 A	35
Figura 12-3. Pantalla KTP400 Basic mono PN	35
Figura 13-3. Pantalla KTP600 Basic color DP	36
Figura 14-3. Pantalla de visualización LOGO TDE.....	37
Figura 15-3. Selección del elemento de Visualización de Proceso	39
Figura 16-3. Xbee	40
Figura 17-3. Esquema de sistema de monitoreo.....	40
Figura 18-3. Model IDR-60-24.....	41
Figura 19-3 .Cajetín electrónico	41

Figura 20-3. Programación logo	42
Figura 21-3. Conexión logo-Pc.....	43
Figura 22-3. Conexión logo.PC	43
Figura 23-3. TiaPortal V11	44
Figura 24-3. Selección de HMI	44
Figura 25-3 Conjuración HMI	45
Figura 26-3. HMI conexctions	45
Figura 27-3. Conexión Logo.....	46
Figura 28-3. Configuración IP	46
Figura 29-3. Conexión LOGO-HMI.....	47
Figura 30-3. Asignación de botones.	47
Figura 31-3. Programación KTP400.....	47
Figura 32-3. Conexión Xbee ala Pc	48
Figura 33-3. Conexión Xbee.....	49
Figura 24-3. Búsqueda de tipo de modem	50
Figura 35-3. Reconocimiento del modem Xbee	50
Figura 36-3. Configuración Xbee	51
Figura 1-4. Reposición del piso.	52
Figura 2-4. Mantenimiento compresor.	53
Figura 3-4. Sensor de temperatura LM35	54
Figura 4-4. Software Arduino.....	54
Figura 5-4. Programación del sistema de Monitoreo.....	55
Figura 7-4. Esquema de conexión	55
Figura 8-4. Esquema de conexión sistema de control cuarto frio.....	56
Figura 9-4. Cajetín de control.	56
Figura 10-4. Perforación del cajetín	57
Figura 11-4 Distribución de accesorios.	57
Figura 12-4. Conexiones eléctricas.....	58
Figura 13-4. Ensamble total.....	58
Figura 14-4. Mecanismo emisor.	59
Figura 15-4. Mecanismo receptor.....	59
Figura 16-4. Circuito de Monitoreo.....	60

LISTA DE ABREVIACIONES

HMI	Human Machine Interface (Interfaz Hombre-Máquina).
PLC	Controlador lógico programable.
SI	Sistema Internacional.
TIA Portal	Totally Integrated Automation.
Wi-Fi	Wireless Fidelity (fidelidad sin cables o inalámbrica).
IDE	Integrated Development Environment (entorno de desarrollo interactivo).

LISTA DE ANEXOS

Anexo A: Plano dimensiones del cajetín de control.

Anexo B: Plano de dimensiones del cuarto de enfriamiento.

Anexo C: Plano de la tapa de cajetín de control.

RESUMEN

El objetivo del trabajo de titulación fue implementar un sistema de control con monitoreo inalámbrico para el funcionamiento del cuarto frío para la Planta de Cárnicos de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo a través de sistemas automatizados con la finalidad de la conservación de la calidad de la carne mediante el monitoreo y enfriamiento del producto en el área de almacenaje para que la planta en cuestión cuente con una mayor productividad, calidad y gestión ambiental de la carne manipulada; la implementación de dichas tecnologías brinda nuevas posibilidades de rapidez laboral al momento de la manipulación del producto, reducción de costos, procesos industriales más eficientes. Los mecanismos y sistemas automatizados utilizados en la implementación del cuarto frío mediante una selección de elementos se adquirió un LOGO V8, una pantalla touch KTP-400 para su visualización, un arduino uno transmitido por un puerto Xbee para el control en el sensor de temperatura LM35 trabajando a una temperatura que va desde los 4°C a 8°C. Llegando a concluir que la Planta de Cárnicos de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo debería contar con este tipo de tecnología actualizada para obtener mejores beneficios al momento de almacenar y monitorear la calidad de la carne, tomando en cuenta el respectivo mantenimiento del sistema a implementar y capacitar al personal que manipule dichos sistemas. Después de la implementación realizada se recomienda dar continuidad con el proyecto ambicioso que tiene la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo con el repotenciación de la planta de cárnicos, ya que los dimensionamientos de los equipos utilizados son exagerados para la aplicación que se le dio.

Palabras clave: <TECNOLOGÍA Y CIENCIAS DE LA INGENIERÍA>, <INGENIERÍA INDUSTRIAL>, <MONITOREO INALÁMBRICO>, <LOGO V8>, <PANTALLA TOUCH KTP-400>, <TECNOLOGÍA XBEE>, <CUARTO FRÍO>, <SENSOR DE TEMPERATURA LM35>, <SOLIDWORKS (SOFTWARE)>, <MÓDULO ARDUINO>

ABSTRACT

The titling project consisted of the implementation of a control system with wireless monitoring for the operation of the cold room for the Meat Plant of the Faculty of Animal Sciences of the Polytechnic School of Chimborazo through automated systems for the purpose of preservation of the quality of the meat by monitoring and cooling the product in the storage area so that the plant in question has greater productivity, quality and environmental management of the meat handled; the implementation of these technologies offers new possibilities of labor speed at the time of product manipulation, cost reduction, more efficient industrial processes. Among the mechanisms and automated systems used in the implementation of the cold room through a selection of elements was acquired a PLC S7 logoV8, a touch screen KTP-400 for viewing, an arduino one transmitted by an Xbee port for control in the sensor LM35 temperature working at a temperature ranging from 4°C to 8°C. Concluding that the Meat Plant of the Faculty of Animal Sciences of the Polytechnic School of Chimborazo should have this type of updated technology to obtain better benefits when storing and monitoring the quality of the meat, taking into account the respective maintenance of the system to implement and train the personnel that manipulates said systems.

Keywords: <TECHNOLOGY AND SCIENCE OF ENGINEERING>, <INDUSTRIAL ENGINEER>, <WIRELESS MONITORING>, <LOGO V8>, <TOUCH SCREEN KTP-400>, <XBEE TECHNOLOGY>, <COLD ROOM>, <TEMPERATURE SENSOR LM35>, <SOLIDWORKS (SOFTWARE)>, <ARDUINO MODULE>

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

En la actualidad toda empresa debe estar preparada para asimilar los cambios existentes en el mercado para un mayor rendimiento de producción, la calidad del producto, para conllevar a una empresa al éxito.

El consumo de cárnicos en los últimos tiempos ha tenido un incremento importante en la región centro del Ecuador, por lo tanto, la planta de cárnicos de la facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo necesita nuevas técnicas y procesos mediante la implementación de nuevas tecnologías desarrolladas en la actualidad y con grandes estándares de calidad. La implementación de dichas tecnologías brinda nuevas posibilidades de rapidez laboral al momento de la manipulación del producto en este caso carne, reducción de costos, procesos industriales más eficientes y precisos. Utilizando métodos automatizados en el proceso de producción y conservación de la calidad de la carne mediante el monitoreo y enfriamiento del producto en el área de almacenaje, la facultad de Ciencias Pecuarias se actualizara las normas y controles de calidad existentes en la actualidad para competir con las grandes empresas en el mercado e incrementar su producción.

Con este estudio flexible y específico se pretende implementar un control y monitoreo para el cuarto frio de la planta procesadora de cárnicos de la facultad de Ciencias pecuarias.

1.2 Planteamiento del problema

La Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo procesa y almacena cárnicos a través de una planta, en el proceso de embutidos y

carnes, existe una situación desfavorable al contar con un cuarto frio inoperante, el cual permita que sus productos estén en óptimas condiciones.

1.3 Justificación

La producción y almacenamiento de cárnicos por la importancia que preside debe contar con los más altos estándares de calidad, constituyéndose en una parte fundamental para la aportación de excelentes alimentos para la ciudadanía.

En la Facultad de ciencias Pecuarias de la ESPOCH, se preparan excelentes alumnos con la visualización de grandes proyectos en el campo de la industria y así formarles a través de laboratorios prácticos conocimientos enriquecedores para defenderse en la industria, limitando la vinculación con la colectividad.

La presente investigación se plantea en la planta de cárnicos de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo cubrir las necesidades de minimizar monitoreo y control del producto de almacenaje para lo cual se creará un sistema de control y monitoreo de carnes en condensación.

Culminando con este trabajo contribuirá a que el funcionamiento del cuarto de enfriamiento sea más eficiente, automático y monitoreado inalámbricamente para el desarrollo de la Planta de Cárnicos.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general:

Implementar de un sistema de control con monitoreo inalámbrico para el funcionamiento del cuarto frio para la Planta de Cárnicos de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH.

1.4.2 Objetivos específicos:

- Determinar el estado técnico actual de los equipos del cuarto frío de cárnicos de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Politécnica de Chimborazo.
- Diseñar del sistema de control y monitoreo de la planta de cárnicos de la Facultad de Ciencias Pecuarias.
- Implementar el nuevo sistema de control y monitoreo para la planta de cárnicos de la Facultad de Ciencias Pecuarias.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Sistemas de refrigeración

Para un servicio y mantenimiento de sistemas de refrigeración apropiado y responsable respecto del medio ambiente se requieren equipos especiales; por ejemplo, instrumentos de detección de fugas de refrigerante, herramientas de medición de presión y temperatura de gas, y equipos especiales para la manipulación y el reciclaje general de refrigerantes. (Proklima, 2010)

La refrigeración se puede definir como la extracción de calor de una sustancia o espacio produciendo en ella una temperatura inferior a la de sus alrededores. El enfriamiento se efectúa por la evaporación del líquido refrigerante en un intercambiador de calor denominado evaporador. (Sánchez, 2010)

2.1.1 Tipos de sistemas de refrigeración.

- **Sistemas de refrigeración conforme a una zona de frío.** Son aquellos sistemas que determinan la temperatura base de un ambiente, pero con la condición que sea baja, en la mayoría de casos la temperatura es menor a los 0 °C



Figura 1-2. Planta frigorífica

Fuente: Autores

- **Expansión seca.**

Cuando se hace referencia a evaporadores de sistema seco, se habla de sistemas que traen la cantidad necesaria de líquido refrigerante, dentro de este tipo de evaporadores se encuentran los que están contruidos en tubo liso y los que son de tipo de lámina. (Rodriguez, 2015)

Los evaporadores de tubos lisos son contruidos de acuerdo a la forma del lugar donde serán colocados y la capacidad frigorífica que se necesite, el material más conveniente para esto son los tubos de cobre. (Rodriguez, 2015)



Figura 2-1. Sistemas de expansión seca
Fuente: (CONESA FERRER ,2011)

- **Refrigeración por compresión**

El compresor es un equipamiento industrial utilizado para elevar la presión del gas refrigerante desde la presión de salida del Evaporador hasta la presión del Condensador, Además, su función es bombear el fluido refrigerante que circula por todo el sistema por momentos en estado líquido y por momentos en estado gaseoso. (Sota, 2016)

Lo más habitual en las instalaciones de refrigeración es encontrar un grupo de compresores en paralelo que son los que darán servicio a todo el sistema, este grupo se conoce como “Rack”. Esto es una estructura donde estarán instalados todos los compresores con los sistemas de control y el depósito correspondiente. (Sota, 2016)

- **Formas de compresión**

Por su parte, los sistemas de refrigeración por compresión se diferencian o separan en dos grandes tipos: (Sota, 2016)

Sistemas de compresión simple: Eleva la presión del sistema mediante una sola carrera de compresión. Es el más común de los sistemas de refrigeración ampliamente utilizada en refrigeradores y equipos de aire acondicionado. Sistemas de compresión múltiple: Eleva la presión del sistema mediante varias etapas de compresión. Solución de compresión ideal para bajas temperaturas debido a las altas relaciones de compresión que estos sistemas superan. (Sota, 2016)

2.2 Cámara de refrigeración

Son cámaras frigoríficas para productos refrigerados, suficientemente estancas a los gases, provistas de dispositivos para equilibrar su presión con la exterior y para regular y mantener la mezcla gaseosa que se desee en su interior (especialmente, los contenidos de oxígeno y de anhídrido carbónico). (Cicuéndez, 2014)

Es todo local aislado térmicamente, en cuyo interior pueden mantenerse razonablemente constantes la temperatura y la humedad relativa requeridas mediante la acción de una instalación frigorífica. Es por ello que, en nuestro caso, nos centraremos sólo en las Cámaras de Congelación para conservación de alimentos. (Cicuéndez, 2014)



Figura 3-2. Cámara fría.
Fuente: (Frigorificas, 2011)

2.3 Principio de funcionamiento.

A diferencia de lo comúnmente pensado una cámara de refrigeración no enfría sino más bien extrae la energía expresada en calor contenida en su interior, todo esto por medio de un sistema frigorífico. (Sánchez, 2010)

El conjunto motor compresor, va montado en la carcasa mediante tres resortes que amortiguan las cargas con independencia de los cuatro amortiguadores de caucho que lleva el compresor en su base exterior. (Sánchez, 2010)

El fluido refrigerante al entrar en el interior de la carcasa, va llenando el espacio, por lo que está en contacto con el motor eléctrico y con el compresor, que de esta manera los refrigera. (Sánchez, 2010)

La aspiración del fluido refrigerante se realiza a través de las cámaras silenciadoras. El fluido refrigerante, en la descarga, atraviesa dos cámaras silenciadoras (una de ellas no tiene la tapa para distinguirlas). Cuando la presión de descarga es demasiada alta es transmitida al compresor y a su vez “absorbida” por los tres resortes, lo que evita ruidos por vibraciones. (Sánchez, 2010)

2.4 Características de los cuartos fríos.

Una de las cualidades de los cuartos fríos es el aislamiento de paredes, pisos y techos, material cuya función es de gran importancia para la contención para la rotación e interfaz de aire.

En estos sistemas de aislamiento tienen diferentes dimensiones dependiendo de su manejo de producción y almacenamiento,

En los últimos tiempos estos tipos de sistemas cuentan con trol de producción, manejo e implementación automática, entre las partes con mayor implementación son: compresor, puertas, selladores, monitoreo y control interfaz inalámbrico.

El compresor es uno de los sistemas más comunes y con gran eficiencia, esto se debe a la gran existencia de los mismos en el mercado y su gran trabajo de circulación.

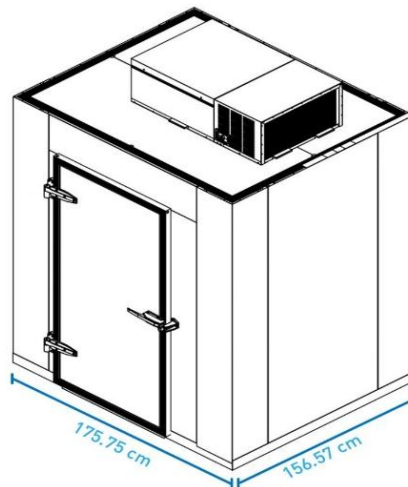


Figura 4-2. Cámara fría unidad condensadora arriba
Fuente: (Electro Industria, 2013)

Los compresores en comparación a otros sistemas de refrigeración son más económicos por su ahorro de energía y su rapidez al enfriar.

Los sistemas a compresor los niveles de eficiencia a veces se reducen cuando en el área de trabajo se queda aire caliente. Los refrigeradores controlan a través de niveles (escala de enfriamiento), cuentan con una válvula de expansión que es capaz de un control de temperatura más efectivo.

Una de las características principales de los cuartos fríos es el control de higiene, orden y limpieza de sus componentes, en algunos casos el sistema cuenta con adaptaciones automáticas o móviles manuales para su mejor funcionamiento.

2.5 Parámetros de diseño de una cámara de refrigeración

Para el diseño y construcción del sistema de control y monitoreo se debe conocer algunas definiciones:

- **Temperatura:** Es el rango de medida de una presión térmica de un elemento o cuerpo. Mientras más caliente se encuentre un cuerpo demuestra una alta presión térmica y si el cuerpo está frío obtiene una baja presión térmica.

- Presión: Es la fuerza normal distribuida uniformemente en un espacio en relación a la superficie aplicada. Dicha fuerza puede estar aplicada en líquidos, sólidos o gases, las unidades más utilizadas son en PSI, bar o Joule.
- Evaporación: Fenómeno que sucede cuando un líquido pasa a un estado gaseoso a través de energía del medio que le rodea
- Condensación: Fenómeno que sucede cuando un gaseoso pasa a un estado líquido a través de energía del medio que le rodea
- Agente refrigerante: Es la sustancia que se emplea para la absorción de calor (calentador) o un sistema frío (refrigerante).
- Capacidad del sistema: la eliminación tiene una velocidad de eliminación de calor alrededor del espacio.
- Segunda ley de la Termodinámica (entropía): Es una base de la termodinámica que refleja en un rango macro el desarrollo mayor del calor y en micro es casi desierto. Los principios de la termodinámica son un aspecto básico de transferencia de calor (conducción, convección y radiación).
- Procesos termodinámicos: Son las transferencias de calor de un sistema con otro, los más conocidos son el aislante, cerrado, semi-cerrado, abierto, semi abierto, entre otros.

2.6 Control de procesos.

En la producción existen varios modelos experimentales para su desarrollo, procesos que hoy en día las mejores empresas generan sus propios negocios entorno a su alrededor.

Los controles de procesos industriales automatizados han crecido desde la revolución francesa para un crecimiento comercial de los mismos.



Figura 5-2 Control de procesos.
Fuente: (AUTOMATIZACION T. D., 2008)

En el progreso del mundo industrial el control automático ha tenido un plus natural de lo que hoy se conoce como una segunda revolución industrial.

El control automatizado ha generado gran expectativa en el crecimiento de tecnología sin la acción de un ser humano, este proceso viene auspiciado de un ambiente más desarrollista en una ideología creciente media.

2.7 Automatización industrial

La Real Academia de las Ciencias Físicas y Exactas define la automática como el conjunto de métodos y procedimientos para la substitución del operario en tareas físicas y mentales previamente programadas. De esta definición original se desprende la definición de la automatización como la aplicación de la automática al control de procesos industriales. (Ponsa, 2015)

Por proceso, se entiende aquella parte del sistema en que, a partir de la entrada de material, energía e información, se genera una transformación sujeta a perturbaciones del entorno, que da lugar a la salida de material en forma de producto. Los procesos industriales se conocen como procesos continuos, procesos discretos y procesos batch. Los procesos continuos se caracterizan por la salida del proceso en forma de flujo continuo de material, como por ejemplo la purificación de agua o la generación de electricidad. (Ponsa, 2015)

Los sistemas de automatización pueden ser divididos en distintos niveles, conformando la pirámide de la automatización. Estos niveles son: (Micro, 2014)

Nivel de campo: Es el nivel inferior donde podemos encontrar actuadores lineales o rotativos, válvula de proceso, sensores, motores eléctricos, etc. (Micro, 2014)

Nivel de control: En este nivel están los distintos dispositivos de control y monitoreo, tales como PLC, HMI, variadores de frecuencia, servo drive, etc. Este nivel se encarga de monitorear y controlar todos los dispositivos del campo. (Micro, 2014)

Nivele de supervisión: Es el encargado de controlar la interacción entre los distintos dispositivos ubicados en el nivel de control. De esta forma, se puede controlar y monitorear diferentes procesos al mismo tiempo. Incluye PLC's maestros y sistemas SCADA. (Micro, 2014)

Nivel de gestión: Este es el nivel más alto y es el que se encarga de controlar toda la planta. En este nivel también se puede vincular nuestra planta con sistemas de control y monitoreo externos. Contiene PC's industriales. (Micro, 2014)

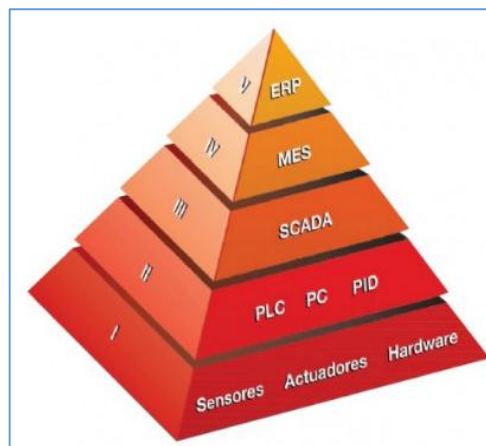


Figura 6-2. Pirámide de la automatización
Fuente: (AUTOMATIZACION, 2014)

Un autómatas programable (AP) es un sistema electrónico programable diseñado para ser utilizado en un entorno industrial, que utiliza una memoria programable para el almacenamiento interno de instrucciones orientadas al usuario, para implantar unas soluciones específicas tales como funciones lógicas, secuencia, temporización, recuento

y funciones aritméticas con el fin de controlar mediante entradas y salidas, digitales y analógicas diversos tipos de máquinas o procesos. (Mateos, 2014)

2.7.1 Logo

En los sistemas integrales existe el manejo de procesos industriales, los cuales son manejados y controlados por dispositivos llamados logos.

Con ayuda del logo se puede resolver sistemas remotos para la facilidad de manejo y rapidez de acciones.

De la misma forma se puede ocupar para controles especiales y específicos para el procesamiento de señales y conexiones de un módulo de comunicaciones en monitoreo y control de procesos industriales.

2.10.2 Modelo logoV8

Les presentamos varios tipos de clasificación de logos por su corriente y también por las entradas y salidas que estos tiene.



Figura 7-2. Logo V8
Fuente: (SIEMENS, 2016)

Logo Basic está disponible para dos clases de tensión:

- Categoría 1-24 es decir, 12 V DC, 24 V DC, 24V AC
- Categoría 2>24 V, es decir 115...240V AC/DC

Tenemos otra clasificación por su variante:

- Variante con pantalla: 8 entradas y 4 salidas
- Variante sin pantalla (“Logo Puré”): 8 entradas y 4 salidas
- Almacenaje/transporte - 40 °C ... +70 °C
- Presión atmosférica 795 ... 1080 hPa


Símbolo	Designación	Alimenta- ción	Entra- das	Salidas	Carac- terísticas
	LOGO! 12/24RC	12/24 V CC	8 digita- les ⁽¹⁾	4 relés de 10A	
	LOGO! 24	24 V c.c.	8 digita- les ⁽¹⁾	4 transi- stores 24V / 0,3A	Sin reloj
	LOGO! 24RC ⁽³⁾	24 V AC / 24 V DC	8 digita- les	4 relés de 10A	
	LOGO! 230RC ⁽²⁾	115...240 V CA/CC	8 digita- les	4 relés de 10A	
	LOGO! 12/24RCo	12/24 V CC	8 digita- les ⁽¹⁾	4 relés de 10A	Sin display Sin teclado
	LOGO! 24o	24 V DC	8 digita- les ⁽¹⁾	4 transi- stores 24V / 0,3A	Sin display Sin teclado Sin reloj
	LOGO! 24RCo ⁽³⁾	24 V AC / 24 V DC	8 digita- les	4 relés de 10A	Sin display Sin teclado
	LOGO! 230RCo ⁽²⁾	115...240 V CA/CC	8 digita- les	4 relés de 10A	Sin display Sin teclado

Tabla 1-2. Variantes de Logo
Fuente: (SIEMENS, 2016)

2.8 Monitoreo de procesos

El monitoreo y control de procesos, hasta ahora ha sido realizado principalmente por software HMI (Human Machine Interface), los cuales permiten visualizar y actuar sobre el proceso productivo en tiempo real, obteniendo así un control centralizado de una planta. Cada uno de los distintos HMI, permiten comunicarse con PLC de diferentes marcas, utilizando los Driver correspondientes. También cuentan con bases de datos que almacenan la información relevante del proceso en forma histórica. Cuando un usuario requiere visualizar el proceso, debe tener la aplicación HMI cargada en su equipo, con su respectiva licencia. De esta forma puede acceder a operar, modificar o solamente monitorear la planta, de acuerdo a su perfil de usuario. En las diferentes plantas productivas del sector industrial, surge la necesidad de las distintas jefaturas y gerencias por tener información de la producción y proceso en tiempo real, lo cual significaría

tener instaladas tantas licencias de HMI como usuarios o áreas requieran ver la información. (Pinto)

2.8.1 *Monitoreo local.*

Para el monitoreo de procesos industriales se encontrara en las empresa como visualizadores estáticos los cuales están ubicados en los mismos proceso y controlados, monitoreados directamente por los operarios.



Figura 8-2. Monitoreo local

Fuente: (Bioprocesos, s.f.)

Para mayor detalle explicaremos HMI su función y desempeño en el monitoreo de procesos industriales.

2.8.2 *HMI*

En nuestros días es común que todo tipo de industrias se realicen procesos de alta precisión debido a su complejidad y a las exigencia que demanda la competencia, es fundamental que exista una herramienta que nos ayude a controlar, manipular, supervisar las operaciones y funcionamiento de los procesos de las maquinas como su infraestructura y el entorno de trabajo.

La pantalla HMI (Human Machine Interface) es la relación que existe entre el operador y la pantalla quien es controlada por los usuarios o técnicos respectivos para ello se crea una pantalla amigable entre operador y pantalla a través del software antes mencionado TIA PORTAL V12 (INFOPLC, 2013).

Son conocidas como displays, o pantallas de operador HMI (por sus siglas en inglés), las interfaces Hombre- por los cuales se transmite información a través de los diferentes medios por los cuales se puede realizar el control y monitoreo de los procesos que llevan a cabo las maquinas o procesos.

Las nuevas generaciones de pantallas HMI reúnen muchas presentaciones y protocolos dedicados específicamente control y el automatismo a través del PLC.

Los modelos y rapidez de respuesta del TIA PORTAL se relacionan con su precio económico en el mercado.

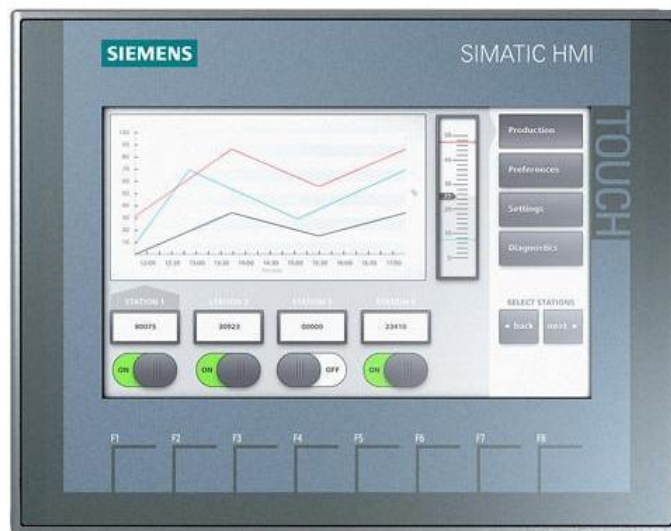


Figura 9-2. Pantalla HMI
Fuente: (PN, 2016)

En cualquier proceso industrial, es casi imposible no encontrar una interfaz Hombre-Máquina (Human-Machine Interface, HMI) que brinde soporte a los operadores en las actividades como son controlar y monitorear la funcionalidad de la maquinaria. Antes de la llegada de las pantallas HMI los trabajadores u operarios o técnico de mantenimiento solo podían verificar los procesos o podían monitorear a través de botones y luces piloto.

2.8.3 Monitoreo remoto.

Hoy existe la tecnología que no tiene fronteras. Usted puede monitorear y controlar los procesos de su planta desde cualquier parte del mundo, las 24 horas, los 365 días del

año y sólo los usuarios que usted predefina. ¿Cómo? A través de un sitio web, especialmente diseñado según la necesidad de su empresa, con los respectivos perfiles y password de acceso y almacenamiento en base de datos. (Pinto)

2.8.4 WSN (*redes inalámbrica de sensores*)

Una red de sensores inalámbricos (WSN) es una red inalámbrica que consiste en dispositivos distribuidos espaciados autónomos utilizando sensores para monitorear condiciones físicas o ambientales. Un sistema WSN incorpora un gateway que provee conectividad inalámbrica de regreso al mundo de cables y nodos distribuidos. El protocolo inalámbrico que seleccione depende en los requerimientos de la aplicación. (Instruments, 2009)

- **Aplicaciones potenciales**

Ingenieros han creado aplicaciones WSN para diferentes áreas incluyendo cuidado de la salud, servicios básicos y monitoreo remoto. En el cuidado de la salud, los dispositivos inalámbricos vuelven menos invasivo el monitoreo a pacientes y posible el cuidado de la salud. Para servicios básicos como electricidad, alumbrado público y ayuntamientos de agua, los sensores inalámbricos ofrecen un método de bajo costo para un sistema de recolección de datos saludable que ayuden a reducir el uso de energía y mejor manejo de recursos. El monitoreo remoto cubre un amplio rango de aplicaciones donde los sistemas inalámbricos pueden complementar sistemas de cable reduciendo costos de cableado y permitiendo nuevos tipos de aplicaciones de medición. Aplicaciones de monitoreo remoto incluyen: (Instruments, 2009)

- Monitoreo ambiental de aire, agua y suelo
- Monitoreo estructural para edificios y puentes
- Monitoreo industrial de maquinas

2.8.5 Tecnología ZIGBEE

La tecnología inalámbrica avanza a pasos agigantados cada año que pasa. Se mejoran los protocolos WiFi para un mejor alcance y tasa de transmisión, la conectividad

Bluetooth cada vez consume menos recursos, etc. Pero hay tecnologías inalámbricas que no conocemos pero que nos facilitan bastante nuestro día a día. Es un sistema de comunicación inalámbrica centrado en la comunicación entre dispositivos con una baja tasa de datos con el fin de tener el menor consumo energético posible. Una tecnología centrada y mucho en la domótica, es decir, dotar de inteligencia a tu casa.

Una de las principales ventajas de ZigBee es lo sencillo y el bajo coste que supone para la empresa producir dispositivos con esta tecnología de comunicación. Mucho más sencillo que Bluetooth por ejemplo. De hecho, según datos, se requiere un 10% del hardware total necesario para producir un dispositivo con bluetooth.

- **Puertos Xbee**

Los modelos de comunicación por radio se sub dividen por familias, una de estas familias pertenece el Xbee y se basa del zigbee.

Los módulos Xbee han sido diseñados para aplicaciones que requieren de un alto tráfico de datos, baja latencia y una sincronización de comunicación predecible. Por lo que básicamente XBee es propiedad de Digi basado en el protocolo Zigbee. En términos simples, los XBee son módulos inalámbricos fáciles de usar.

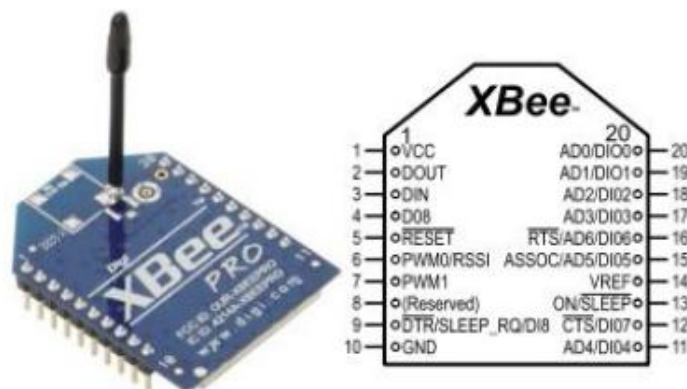


Figura 10-2. Xbee
Fuente: (Arduino, 2013)

Los módulos de radio XBee pueden ser usados con un número mínimo de conexiones: Power (3.3V), GND y TX/RX de la UART, junto con otras conexiones recomendables

como reset y sleep. La mayoría de los módulos XBee tienen otras conexiones como flow control, input/output (I/O), analog-to-digital converter (A/D) and indicator

Los diseños de las placas Arduino usan diversos microcontroladores y microprocesadores. Generalmente el hardware consiste de un microcontrolador Atmel AVR, conectado bajo la configuración de "sistema mínimo" sobre una placa de circuito impreso a la que se le pueden conectar placas de expansión (shields) a través de la disposición de los puertos de entrada y salida presentes en la placa seleccionada.

Las shields complementan la funcionalidad del modelo de placa empleada, agregando circuitería, sensores y módulos de comunicación externos a la placa original. La mayoría de las placas Arduino pueden ser energizadas por un puerto USB o un puerto barrel Jack de 2.5mm.

La mayoría de las placas Arduino pueden ser programadas a través del puerto Serial que incorporan haciendo uso del Bootloader que traen programado por defecto. El software de Arduino consiste de dos elementos: un entorno de desarrollo (IDE) (basado en el entorno de processing y en la estructura del lenguaje de programación Wiring), y en el cargador de arranque (bootloader, por su traducción al inglés) que es ejecutado de forma automática dentro del microcontrolador en cuanto este se enciende.

Las placas Arduino se programan mediante un computador, usando comunicación serial.



Figura 11-2. Placa arduino
Fuente: (Arduino, 2013)

El proyecto Arduino comenzó en 2003 como un programa para estudiantes en el Interaction Design Institute Ivrea en Ivrea- Italia, con el objetivo de proporcionar una forma fácil y económica de que principiantes y profesionales crearan dispositivos que pudieran interactuar con su entorno mediante sensores y actuadores.

La primera placa Arduino comercial fue introducida en el año 2005, ofreciendo un bajo costo económico y facilidad de uso para novatos y profesionales. A partir de octubre del año 2012, se incorporaron nuevos modelos de placas de desarrollo que empleaban microcontroladores Cortex M3, ARM de 32 bits,3dichos modelos coexisten con los iniciales, que integran microcontroladores AVR de 8 bits. Cabe resaltar que las arquitecturas ARM y AVR no son iguales, por lo cual tampoco lo es su set de instrucciones a nivel ensamblador y por ende algunas librerías realizadas para operar en una arquitectura presenten complicaciones al ser empleadas en la otra.

A pesar de lo anterior, todas los modelos de placa Arduino se pueden programar y compilar bajo el IDE predeterminado de Arduino sin ningún cambio, esto gracias a que el IDE compila el código original a la versión de la placa seleccionada.

CAPÍTULO III

3 METODOLOGIA DEL DISEÑO DEL SISTEMA

3.1 Determinación de la situación actual

3.1.1 Antecedentes.

La Facultad de Ciencias Pecuarias, fue creada en mayo de 1972, y actualmente está constituida por la Escuela de Ingeniería Zootecnia y la Escuela de Ingeniería en Industrias Pecuarias. (ESPOCH, 2013)



Figura 1-3. Facultad de Ciencias Pecuarias
Fuente: ESPOCH, 2013

En las inmediaciones de la Escuela de Ingeniería de Ciencias Pecuarias se encuentra la planta de cárnicos, brindando su servicio de prácticas., simulando los procesos que requiere las empresas de alimentos para, formar profesionales teóricos prácticos para el mejor desenvolvimiento industrial.

3.1.2 Planta de cárnicos de la Facultad de Ciencias Pecuarias.

Está orientada a la realización de distintas prácticas como la elaboración de embutidos, distintos tipos de carne, etc. Con el fin de mejorar los conocimientos adquiridos en clase y ponerlos en ejecución mediante laboratorios de primer orden manipulados con tecnología actual para obtener una producción competitiva con las grandes empresas de la zona central del Ecuador manejada mediante sistemas integrados con control,

monitoreo y calidad según las normas y reglamentos impuesto por las autoridades en la industria de las carnes.



Figura 2-3. Laboratorio de Cárnicos

Fuente: Autores

3.1.3 Cuarto frio de la planta de cárnicos.

En el laboratorio de cárnicos es importante poseer un cuarto de enfriamiento el cual permite la conservación de los productos elaborados en las distintas prácticas así también las materias primas para elaborar los productos de las distintas prácticas.

Por gestiones propias de las autoridades hace más de 6 años se adquiere este cuarto frio para el laboratorio de Cárnicos de la ESPOCH, por conversaciones con autoridades manifestaron que no se contempló el costo de implementación, este inconveniente es el origen para que el cuarto frio se encuentre de esta manera. Ya obtenido los permisos por parte del Ing. Nelson A. Duchi PhD decano de la Facultad se inicia la intervención de verificación del sistema actual.

3.1.4 Evaluación del cuarto de enfriamiento.

El cuarto de enfriamiento se encuentra deplorable e inoperante por averías principalmente en el sistema de enfriamiento, el principal problema que hallamos es que no cuenta con un programa de mantenimiento el cual permita que el sistema llegue a dañarse por completo. Después de una evaluación general de todo los componentes que forman el cuarto frio procedemos a identificar y clasificar por sistemas para un análisis minucioso, cabe recalcar que los sistemas no trabajan de forma independiente, trabajan de forma conjunta para lograr el objetivo que fueron diseñadas, para que el trabajo se facilite procedemos hacer hojas de control.

- Estructural
- Eléctrico
- Unidad condensadora

Reconocidos los distintos sistemas se procede a la intervención, verificación o desarmado de cada parte de cada sistema, el propósito de esta actividad es saber que partes deben ser sustituidas y cuales se puede reutilizar.

3.2 Evaluación estructural.

Este componente cumple con la función de aislamiento térmico el cual permite que el cuarto frio este contacto directo con el suelo o paredes aledañas, al no estar presente esta estructura la temperatura escapara por transferencia de temperatura con el suelo, al suceder lo mencionado cambiaria las condiciones de diseño de trabajo del cuarto de enfriamiento.

Se encontró sin la parte inferior del sistema estructural, está en contacto directo con el piso, se adquirió este cuarto frio hace 6 años pero no está armado técnicamente, esta es la razón que algunos componentes se extraviaron

Al momento de su armado no se colocó de manera adecuado las resinas y siliconas por lo que presenta unas aberturas en los filos de las paredes interiores de la estructura del cuarto frio, la consecuencia de este problema es que el sistema no conserva la temperatura para lo cual fue diseñada.



Figura 3-1. Bodega del Laboratorio de Cárnicos

Fuente: Autores.



	FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS	PLANTA DE CÁRNICOS	
	ESTADO TÉCNICO		
SISTEMA: ESTRUCTURA			
<p>OBSERVACIONES GENERALES: Este sistema cuenta con láminas de acero con núcleo de las cuales ya están armadas, pero no se encuentra el piso, en algunas juntas no está recubierto con silicona blanca, están empolvadas y con aceite, en la parte superior esta con restos de estiércol de ratas este es el motivo fundamental para que el cuarto frío este de esta manera, está ubicado en una bodega aledaña a la Planta de Cárnicos, como podemos observar en las imágenes todas las cosas están embodegadas en este cuarto.</p>			
<div></div>			
Parámetro	Detalle	Evaluación	Diagnóstico
Elemento	Láminas	Cubiertos de polvo, aceite y con estiércol de ratas.	Reutilizable
Cantidad	7		
Material	Acero precalentado con núcleo de polietileno		

Tabla 1-3. Estructura de la planta actual

Fuente: Autores

Consta de 7 láminas de acero precalentado con núcleo de poli estireno, este dato se lo consiguió en los catálogos de la empresa que elabora este tipo de cuartos fríos, estas laminas estaban cubiertos de polvo y aceite con estiércol de ratas porque este cuarto fue asentado en una bodega.

3.2.1 Sistema eléctrico.

Al momento de la verificación se encontró gran cantidad de cables sueltos, faltan algunos elementos, la caja ha sido utilizada para guardar tornillos viejos, algunos elementos están rotos, los cables de conexión están deteriorados por lo que los roedores han masticado estos elementos.

	FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS	PLANTA DE CÁRNICOS	
ESTADO TÉCNICO			
SISTEMA: ELÉCTRICO			
OBSERVACIONES GENERALES: En el desmontaje de los cables de cada parte, como es la conexión de la fuente, la conexión a un breaker domiciliario, los cables están en algunos sectores sin el aislante y puede producir un cortocircuito, este cuarto frío prácticamente está nuevo ya que nunca se encontró en funcionamiento. Sus accesorios como el cables se encuentra dañado producido por ratas las cuales se han tomado el laboratorio por lo que se trabaja con alimentos y esto llaman por su olor a los mismos.			
			
Parámetro	Detalle	Evaluación	Diagnóstico
Elemento	Conductores eléctricos	Se encuentra sin aislante el cableado por la mordida de roedores y sin conexión eléctrica la bodega.	Reposición
Cantidad	Varios		
Material	Hilos de cobre cubiertas con funda aislante		

Tabla 2-3. Evaluación del sistema Eléctrico

Fuente: Autores.

Para implementar el nuevo sistema eléctrico se debe tomar en cuenta la presencia de polvo, ratones, humedad y escoger los mejores materiales, duraderos, reforzados hasta incluso aislados mediante manqeras eléctricas para mayor protección y durabilidad del sistema eléctrico.

3.2.2 Sistema de unidad condensadora

Su estado actual no funciona, esta unidad está localizada en la parte superior del cuarto frío lo cual se hace difícil el acceso a dicha unidad. Hay un motor para el ventilador y un compresor para la condensación. Se procede al desarmado de la unidad condensador, el primer inconveniente que tiene la unidad, al energizar el compresor no prende razón por la cual se procede al desmontaje de la capsula de la bobina donde falta un cable de energía sustituimos y se puso en marcha de inmediato.

	FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS	PLANTA DE CÁRNICOS	
	ESTADO TÉCNICO		
SISTEMA: UNIDAD CONDENSADORA			
OBSERVACIONES GENERALES: A simple vista la unidad se encuentra con polvo, al energizar el compresor no funciona por lo cual se procede a desarmar observando que en la bobina no hay el cable de encendido y las mangueras del refrigerante se encuentran rotas que a futuro serán sustituidas.			
<div></div>			
Parámetro	Detalle	Evaluación	Diagnóstico
Elemento	Compresor	Sucio, sin alimentación de la bobina, cambio de algunos accesorios.	Reutilizable
Cantidad	1		
Material	Carcaza de fundición		

Tabla 3-1. Sistema de refrigeración

Fuente: Autores

- **Conclusiones de la evaluación**

Mediante la evaluación realizada los parámetros tanto del sistema de estructura, eléctrico y del condensador se puede concluir:

- El sistema estructural del cuarto frio se encuentra funcional al 100 % en estructura, tan solo se necesita dar un mantenimiento de limpieza y sellado de los agujeros de las paredes del cuarto frio para que no exista fugas de aire.
- En el sistema eléctrico los elementos son reutilizables con la novedad, que no existe ningún tipo de conexión entre ellos, por lo tanto la comisión total de los circuitos eléctricos debe tener un trabajo inicial desde cero.
- La unidad de condensación se encuentra en buen estado con el criterio de realizar un mantenimiento correctivo en algunas de las piezas que se encuentran obsoletas para un 100 % funcional.

3.3 Diseño del sistema de control

El diseño del sistema de control de un sistema automatizado mediante dispositivos de control y monitoreo inalámbrico visualizado mediante una pantalla de monitoreo local para un cuarto frio en el laboratorio de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

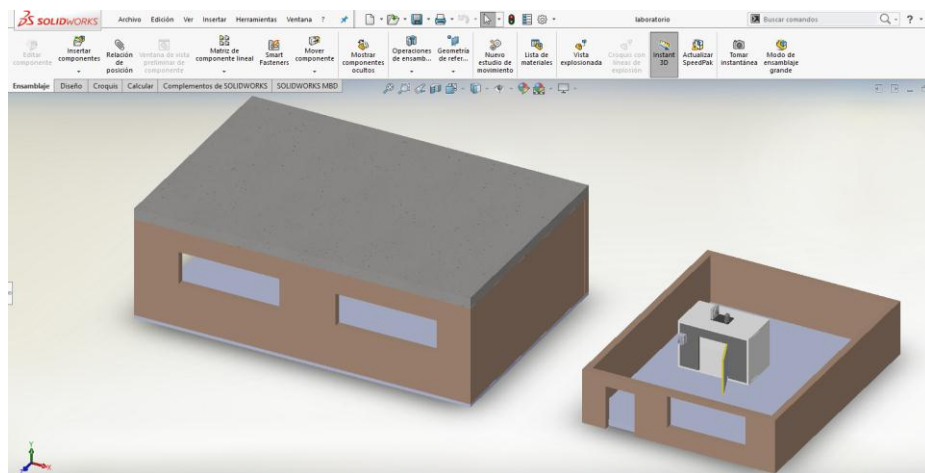


Figura 4-3. Esquema laboratorio de cárnicos

Fuente: Autores.

3.3.1 Definición de requerimientos.

- Se requiere obtener un control de encendido y apagado en la unidad de condensación para el enfriamiento del cuarto frío.
- Se necesita un monitoreo local del funcionamiento del cuarto frío a través de un interfaz gráfica que permita la verificación del estado de encendido o apagado
- Se requiere un monitoreo remoto de instalación inalámbrica desde el bloque de las oficinas que monitoreo del cuarto frío de almacenamiento de cárnicos.

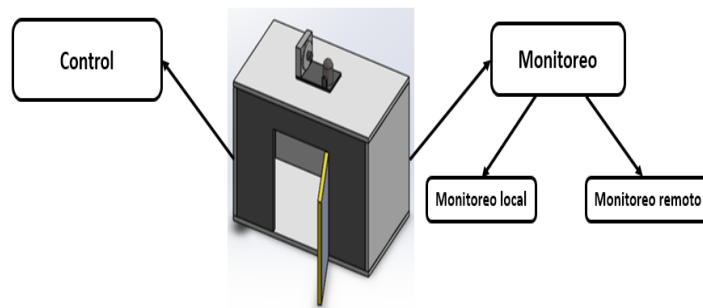


Figura 5-3. Secuencia de proceso del sistema de control

Fuente: Autores

3.3.2 Diseño del sistema de control

3.3.2.1 Selección de elementos de control

Para la selección de los equipos que conformaran este sistema de control se plantea varias opciones, en la cual se contempla el costo, mantenimiento, implementación, capacidad, resistencia y durabilidad de los componentes al momento de funcionamiento.

Para la implementación se realizó un diseño, el cual represente la necesidad del cuarto frío en el control de la planta de cárnicos de la facultad de Ciencias Pecuarias con la facilidad de un manejo automatizado y un monitoreo de temperatura.

- **Metodología de selección.** Para la selección de los componentes se trabaja bajo una tabla de ponderación cualitativa y cuantitativa en base a las mejores características de los accesorios para un mejor funcionamiento de la planta.

Clasificación	Ponderación	Color
Muy Buena.	3	
Buena.	2	
Mala.	1	

Tabla 4-3. Escala de evaluación

Fuente: Autores

- **Selección del controlador.**

Se tiene varias opciones de selección, el mercado es muy amplio en este tipo de controladores para la selección se consideró el costo y capacidad del controlador.

- **Alternativa A. PLC S71200**

El PLC S7-1200 sus principales características son: controlador de procesos con ventajas enormes como el número de entradas de consumidores como salidas de receptores, el mayor inconveniente es el costo de adquisición, el mantenimiento, ya que se necesita personal calificado.

Función	CPU 1211C	CPU 1212C	CPU 1214C
Dimensiones físicas (mm)	90 x 100 x 75		110 x 100 x 75
Memoria de usuario <ul style="list-style-type: none"> • Memoria de trabajo • Memoria de carga • Memoria remanente 	<ul style="list-style-type: none"> • 25 KB • 1 MB • 2 KB 		<ul style="list-style-type: none"> • 50 KB • 2 MB • 2 KB
E/S integradas locales <ul style="list-style-type: none"> • Digitales • Analógicas 	<ul style="list-style-type: none"> • 6 entradas/4 salidas • 2 entradas 	<ul style="list-style-type: none"> • 8 entradas/6 salidas • 2 entradas 	<ul style="list-style-type: none"> • 14 entradas/10 salidas • 2 entradas
Tamaño de la memoria imagen de proceso	1024 bytes para entradas (I) y 1024 bytes para salidas (Q)		
Área de marcas (M)	4096 bytes		8192 bytes
Ampliación con módulos de señales	Ninguna	2	8
Signal Board	1		
Módulos de comunicación	3 (ampliación en el lado izquierdo)		
Contadores rápidos <ul style="list-style-type: none"> • Fase simple • Fase en cuadratura 	3 <ul style="list-style-type: none"> • 3 a 100 kHz • 3 a 80 kHz 	4 <ul style="list-style-type: none"> • 3 a 100 kHz 1 a 30 kHz • 3 a 80 kHz 1 a 20 kHz 	6 <ul style="list-style-type: none"> • 3 a 100 kHz 3 a 30 kHz • 3 a 80 kHz 3 a 20 kHz
Salidas de impulsos	2		
Memory Card	SIMATIC Memory Card (opcional)		
Tiempo de respaldo del reloj de tiempo real	Típico: 10 días / Mínimo: 6 días a 40 °C		
PROFINET	1 puerto de comunicación Ethernet		
Velocidad de ejecución de funciones matemáticas con números reales	18 µs/instrucción		
Velocidad de ejecución booleana	0,1 µs/instrucción		

Tabla 3-2. Características principales PLC S71200

Fuente: (SIEMENS S7 Controlador programable S7-1200 , 2009)



Figura 6-3. PLC S7 1200

Fuente: w5.siemens.com

Criterios	Alternativa A (PLC S7-1200)	
Fuente de poder	110 V AC	3
Software de control	Compra de producto	3
Entradas y salidas digitales	Cuenta con 14 entradas y 10 salidas	2
Costo	Su costo es elevado alrededor de los \$700	1
Aplicación industrial	Apropiado para trabajo en campo	3
Tipo de comunicación	Ethernet	3
Valoración:	15	

Tabla 6-3. Evaluación de la alternativa A

Fuente: Autores

- **Alternativa B**

El manejo de una tarjeta arduino uno como controlador del sistema de manejo automatizado del cuarto frio, incluyen reguladores de tensión en un puerto de USB que a través de mecanismos se conectado a un módulo adaptador USB-Serie que permite programar el micro controlador desde cualquier PC de manera cómoda y también hacer pruebas de comunicación con el propio chip.



Figura 7-3. Tarjeta Arduino

Fuente: (Arduino, 2013)

Esta tarjeta arduino es la versión uno con menos capacidad de entradas y salidas de consumidores en comparación con un logo o PLC.

Microcontrolador	Atmega328
Voltaje de operación	5V
Voltaje de entrada (Recomendado)	7 – 12V
Voltaje de entrada (Límite)	6 – 20V
Pines para entrada- salida digital.	14 (6 pueden usarse como salida de PWM)
Pines de entrada analógica.	6
Corriente continua por pin IO	40 mA
Corriente continua en el pin 3.3V	50 mA
Memoria Flash	32 KB (0,5 KB ocupados por el bootloader)
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Frecuencia de reloj	16 MHz

Tabla 7-3. Características principales PLC S71200

Fuente: (Arduino, 2013)

Criterios	Alternativa B (PLACA ARDUINO)	
Fuente de poder	5 VCD	1
Software de control	Descarga de internet	2
Entradas y salidas digitales	Puertos digitales VCD – 5V	2
Costo	Su costo es elevado alrededor de los \$10	3
Aplicación industrial	Equipo delicado, no apropiado para trabajo duro	1
Tipo de comunicación	Serial	2
Valoración:	11	

Tabla 8-3. Evaluación de la alternativa B

Fuente: Autores

- **Alternativa C**

La tercera alternativa escogida para el control automatizado del proyecto de titulación es un PLC de SIEMENS LOGO V8, por sus características como: posee 6 entradas digitales y cuenta con 4 salidas de Relé que maneja hasta 8 A para corriente alterna y 120 V ac, es muy económico y tiene incluso más funciones que sus predecesores, el logo incluye una pantalla de cristal líquido a través de la cual se puede introducir casi

cualquier función digital, cuenta con una entrada Ethernet para adecuar pantallas touch para mejor manejo de los procesos.



Figura 8-3. PLC de SIEMENS Logo V8
Fuente: (OBA8, 2014)

Criterio	Ensayado según	Valores
Módulos base LOGOI (OBA8) LOGOI Basic Dimensiones (AxPxP) Peso <ul style="list-style-type: none"> Módulos con salida de relé Módulos con salida de transistor Montaje		71,5 x 90 x 60 mm Aprox. 240 g Aprox. 195 g En un perfil soporte de 35 mm, cuatro anchos de módulo o montaje en pared
LOGOI Pure Dimensiones (AxPxP) Peso <ul style="list-style-type: none"> Módulos con salida de relé Módulos con salida de transistor Montaje		71,5 x 90 x 58 mm Aprox. 200 g Aprox. 160 g En un perfil soporte de 35 mm, cuatro anchos de módulo o montaje en pared
Módulos de ampliación LOGOI DM16... Dimensiones (AxPxP) Peso <ul style="list-style-type: none"> Módulos con salida de relé Módulos con salida de transistor Montaje		71,5 x 90 x 58 mm Aprox. 225 g Aprox. 165 g En un perfil soporte de 35 mm, cuatro anchos de módulo o montaje en pared
Módulos de ampliación LOGOI DM8... Dimensiones (AxPxP) Peso <ul style="list-style-type: none"> Módulos con salida de relé Módulos con salida de transistor Montaje		35,5 x 90 x 58 mm Aprox. 130 g Aprox. 95 g En un perfil soporte de 35 mm, dos anchos de módulo o montaje en pared

Tabla 9-3. Características principales SIEMENS LOGO V8
Fuente: (SIEMENS, 2016)

Criterios	Alternativa C (LOGOV8)	
Fuente de poder	110 V AC	3
Software de control	Por la compra del producto	3
Entradas y salidas digitales	Cuenta con 8 entradas y 4 salidas	3
Costo	Su costo es elevado alrededor de los \$300	3
Aplicación industrial	Adecuado para trabajo en campo	3
Tipo de comunicación	Ethernet	3
Valoración:	18	

Tabla 10-3. Evaluación de la alternativa C

Fuente: Autores

Analizado cada una de las propuestas se concluye que el PLC de SIEMENS Logo V8 es la mejor elección de acuerdo primero al puntaje que llegó a 15 puntos y es el más alto de nuestras 3 propuestas, en el costo está en el presupuesto aceptado, la programación se conoce, las entradas y salidas se ajustan a nuestra necesidad, es un sistema electrónico diseñado para la industria por su característica de trabajo en lugares de campo.

Criterios	PLC S7-1200	PLACA ARDUINO 1	Logo V8 de SIEMENS
Fuente de poder	Muy buena	Mala	Muy buena
Software de control	Muy Bueno	Bueno	Muy buena
Entradas y salidas digitales	Bueno	Bueno	Muy buena
Costo	Mala	Muy buena	Muy Buena
Aplicación industrial	Muy buena	Mala	Muy Buena
Tipo de comunicación	Muy Buena	Bueno	Muy Buena
Valoración:	15	11	18

Tabla 11-3. Selección de la mejor alternativa

Fuente: Autores

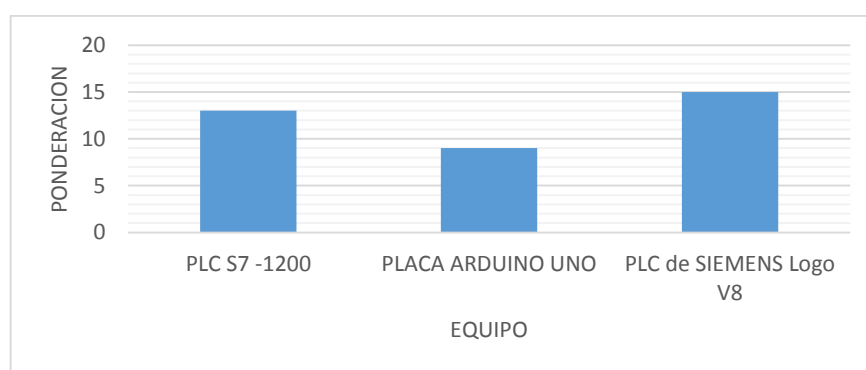


Gráfico 9-3. Selección del elemento que procesara los datos

Fuente: Autores

En la figura estadística se puede observar a través de rangos que la mejor selección en el equipo como parte principal del sistema de enfriamiento a implementar es el SIEMENS LOGOV8.

Se ha seleccionado la adquisición del LogoV8 para el sistema de control del proyecto principalmente por su costo el cual se ajusta al presupuesto planteado, sus características como entradas y salidas, manejo del software conocido. Interfaz LogoV8 con HMI.

3.3.3 Selección del contactor-interfaz de potencia para el compresor.

Para la selección de la protección eléctrica del sistema de monitoreo se tomó mucho en consideración las características del compresor a trabajar como por ejemplo su potencia, voltaje, RLA, HZ, fases y el tiempo de trabajo.



Figura 10-3. Placa del compresor ELGIN

Fuete: Autores

Nombre	Característica
Compresor	ELGIN TCM-0040-D
Voltaje	127V
Fase	PH1
LRA	51,5
Potencia	7/8 HP
Tipo de Refrigerante	R134a

Tabla 12-3. Compresor ELGIN TCM-0040-D

Fuente. Autores

- Lo primero que hacemos es convertir los HP en Vatios.

$$1HP = 745.7Watts \quad (1)$$

$$\frac{7}{8} HP \cdot \frac{745.7W}{1HP} = 652.48W$$

$$P=652.48W$$

$$P = \frac{V^2}{R} \quad (2)$$

Dónde:

V= Voltaje

R= Resistencia

P= Potencia

- Despejando la Resistencia tenemos

$$R = \frac{V^2}{P} \quad (3)$$

$$R = \frac{127^2}{645.48W}$$

$$R = \frac{127V^2}{645.48W}$$

$$R = 24.71 \text{ OHMIO}$$

- Una vez obtenido la resistencia utilizamos la siguiente ecuación:

$$I = \frac{V}{R} \quad (4)$$

$$I = \frac{127 V}{24.71 \Omega}$$

$$I = 5.13 A \quad \text{Esta intensidad también se la conoce como corriente nominal}$$

Para elegir la protección eléctrica se debe tener en cuenta el grado de seguridad que nos sugieren el cual dice que:

La protección eléctrica debe ser 1.5 veces mayor a la corriente nominal del compresor.

$$I = 5.13 A * 1.5$$

$$I = 7.69 A \quad \text{Aproximado 8 Amperios}$$

Una vez rectificado la intensidad de corriente eléctrica, se selecciona una protección eléctrica que cubra los 8 Amperios.



Figura 11-3. Contactor de 8 A
Fuente: (SIEMENS, 2016)

3.3.4 Diseño del sistema de monitoreo

3.3.4.1 Monitoreo local-selección de la pantalla de visualización del proceso.

Para esta parte del sistema de control se tiene una gran variedad, se enfocará en el costo, características, fácil montaje, de programación conocida y que se pueda manipular en ambientes industriales o de campo.

- **Alternativa A**

KTP400 Basic mono PN es un visualizador y nos permite interactuar de forma didáctica con el operario, la característica de esta pantalla su resolución de 320x240 pixels, consta de 4 teclas de función el cual permite trabajar con cuatro procesos con la misma pantalla, es una pantalla touch,



Figura 12-3. Pantalla KTP400 Basic mono PN
Fuente: (KTP600, 2018)

Información general	
Designación del tipo de producto	SIMATIC HMI KTP400 Basic mono PN
Display	
Tipo de display	STN
Diagonal de pantalla	3,8 in
Achura del display	76,8 mm
Altura del display	57,6 mm
Nº de colores	4; Tonos de gris
Resolución (píxeles)	
• Resolución de imagen horizontal	320 Pixel
• Resolución de imagen vertical	240 Pixel
Retroiluminación	
• MTBF de la retroiluminación (con 25 °C)	30 000 h
• Retroiluminación variable	No
Elementos de mando	
Fuentes de teclado	
• Teclas de función	
— Nº de teclas de función	4

Tabla 13-3. Características principales pantalla KTP400 Basic mono PN
Fuente: (PN, 2016)

Criterios	Alternativa A (Pantalla KTP400 Basic mono PN)	
Fuente de poder	24 vcd	3
Software de control	Por la compra del producto	3
Interfaz con otros dispositivos	Trabaja tanto con logo V8 y PLC	3
Costo	Su costo es alrededor de los \$ 500	2
Instalación	Es de fácil instalado y manejo	3
Valoración:	14	

Tabla 14-3. Evaluación de la Alternativa A
Fuente: Autores

• Alternativa B

KTP600 Basic color DP pertenece a la familia de SIEMENS, pantalla de color con 6 teclas para más ventanas de visualización, su resolución es de 320x240 pixeles, consta de 256 colores representables, entrada Ethernet RJ45, costo económico más elevado que una KTP400.

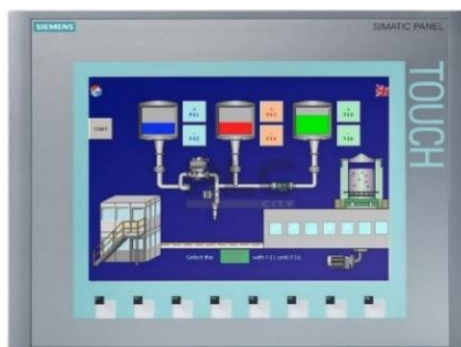


Figura 13-3. Pantalla KTP600 Basic color DP
Fuente: (KTP600, 2018)

General information	
Product type designation	KTP600 Basic color DP
Display	
Design of display	TFT
Screen diagonal	5.7 in
Display width	115.2 mm
Display height	86.4 mm
Number of colors	256
Resolution (pixels)	
• Horizontal image resolution	320 Pixel
• Vertical image resolution	240 Pixel
Backlighting	
• MTBF backlighting (at 25 °C)	50 000 h
• Backlight dimmable	No
Control elements	
Keyboard fonts	
• Function keys	
— Number of function keys	6

Tabla 15-3. Características principales pantalla KTP600 Basic color DP
Fuente: (KTP600, 2018)

Criterios	Alternativa B (Pantalla KTP600 Basic color DP)	
Fuente de poder	24 vcd	3
Software de control	Por la compra del producto	3
Interfaz con otros dispositivos	Trabaja tanto con logo V8 y PLC	3
Costo	Su costo es alrededor de los \$ 920	1
Instalación	Mayor conocimientos y capacitación	2
Valoración:	12	

Tabla 16-3. Evaluación de la Alternativa B
Fuente: Autores

• Alternativa C

Pantalla de visualización LOGO TDE pertenece a la familia de SIEMENS, es una pantalla solo de visualización no es touch para manejo directo de los procesos establecidos, trabaja con 24 V, no contiene un puerto Ethernet el cual permita comunicarse con un PLC.



Figura 14-3. Pantalla de visualización LOGO TDE
Fuente: (OBA8, 2014)

	LOGOI TDE
Mechanical data	
Keyboard	Membrane keypad with 10 keys
Display	FSTN-Graphic Display with 160 x 96 (columns x rows), LED backlight (white/amber/red)
Power supply	
Input voltage	24 VAC/VDC 12 VDC
	LOGOI TDE
Permissible range	20.4 VAC to 26.4 VAC 10.2 VDC to 28.8 VDC
Permissible mains frequency	47Hz to 63 Hz
Power consumption (Ethernet and white backlight active)	<ul style="list-style-type: none"> • 12 VDC • 24 VDC • 24 VAC <ul style="list-style-type: none"> • Typ. 145 mA • Typ. 70 mA • Typ. 75 mA
Degree of protection	
	IP20 for LOGOI TDE excluding front panel IP65 for LOGOI TDE front panel
Communication port	
Ethernet performance	Two Ethernet interfaces with 10/100 M full/half duplex data transmission rate
Connection distance	Max. 30 m
LCD Display and Backlight	
Backlight lifetime ¹⁾	20,000 hours
Display lifetime ²⁾	50,000 hours
Mounting	
Mounting hole dimensions (WxH)	(119 + 0.5 mm) x (78.5 + 0.5 mm)
Mounting conditions	Mount the LOGOI TDE vertically on a flat surface of an IP 65 or Type 4x/12 enclosure.

Tabla 17-3. Características principales pantalla de visualización LOGO TDE
Autor: (OBA8, 2014)

Criterios	Alternativa C (Pantalla de visualización LOGO TDE)	
Fuente de poder	24 vcd	3
Software de control	Por la compra del producto	3
Interfaz con otros dispositivos	Trabaja solo con las series LOGOS	1
Costo	Su costo es alrededor de los \$ 250	2
Instalación	conocimientos previos capacitación	1
Valoración:	10	

Tabla 18-3. Evaluación de la Alternativa C
Fuente: Autores.

- **.Selección de la mejor alternativa.**

Criterios	Pantalla KTP400 Basic mono PN	Pantalla KTP600 Basic color DP	Pantalla de visualización LOGO TDE
Fuente de poder	Muy buena	Muy buena	Muy buena
Software de control	Muy buena	Muy buena	Muy buena
Interfaz con otros dispositivos	Muy buena	Muy buena	Malo
Costo	Buena	Malo	Buena
Instalación	Muy buena	Buena	Malo
Valoración:	14	12	10

Tabla 19-3. Selección de la mejor alternativa

Fuente: Autores

A través de la selección de la visualización del monitoreo de la condensación del cuarto frío se concluye que la pantalla KTP400 Basic mono PN es la mejor opción para nuestro trabajo por su costo, el cual se encuentra dentro del presupuesto establecido, la pantalla trabaja tanto con PLC como con LOGO adquiriendo una gran ventaja para expandir el proyecto a nuevos procesos.

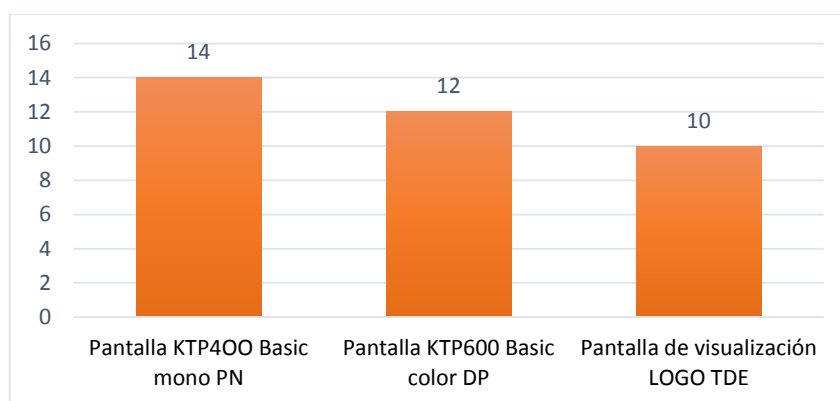


Figura 15-3. Selección del elemento de Visualización de Proceso

Fuente: Autores

3.3.4.2 Monitoreo remoto-selección de la tecnología WSN

En el mercado actual hay un sin número de elementos para efectuar el monitoreo inalámbrico ya que la tecnología avanza a pasos rápidos, se escogió de tantas opciones a los dispositivos Xbee principalmente por el costo, software libre, distancia de trabajo 122m y trabaja con una placa Arduino, estos aspectos fueron determinantes para la selección de esta nueva tecnología, la cual será instalada al cuarto frío de Ciencias Pecuarias. Se realizará el monitoreo inalámbrico con una nueva tecnología que está en

auge como son los Xbee, la cual permitirá que se pueda monitorear la temperatura de trabajo del cuarto frio de la planta de Cárnicos.



Figura 3-2. Xbee
Fuente: (Arduino, 2013)

Estos puertos Xbee permiten captar la señal uno de otro, para medir la temperatura seleccionaremos un sensor de temperatura.

- **Metodología de Funcionamiento.**

Para sistema de monitoreo inalámbrico se efectuará con tecnología denominado Xbee los cuales, al instalarse, uno en el cuarto frio y el otro en la oficina del Laboratorista, estos dispositivos se conectarán inalámbricamente. Esta tecnología fue diseñada para el envío y recepción de la información de los dispositivos Arduinos en los cuales se acoplan pero con una metodología tipo clon es decir si se envía un dato en el primer dispositivo denominado en este caso como emisor, lo lee el emisor y el segundo dispositivo denominado receptor también lo lee de forma simultánea, esa es la característica principal del elemento Xbee.

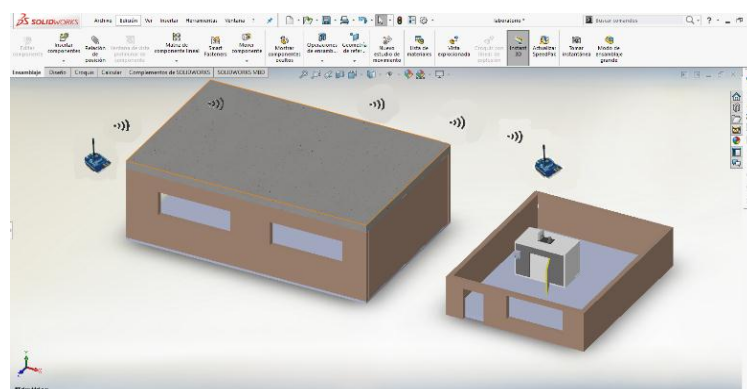


Figura 17-3. Esquema de sistema de monitoreo.
Fuente: Autores

3.3.5 Selección de un regulador de voltaje.

El regulador de voltaje es necesario para el paso de corriente de la pantalla KTP 400, la cual trabaja con un voltaje de 24 V.

En el mercado existen varias marcas y equipos que pueden intervenir, por las características de nuestro sistema se escogió un MODEL: IDR-60-24



Figura 18-3. Model IDR-60-24
Fuente: (AUTOMATIZACION, 2014)

3.3.6 Selección del gabinete para tablero eléctrico.

El gabinete para tablero eléctrico debe contar con un gran espacio interior para la instalación del sistema de control.

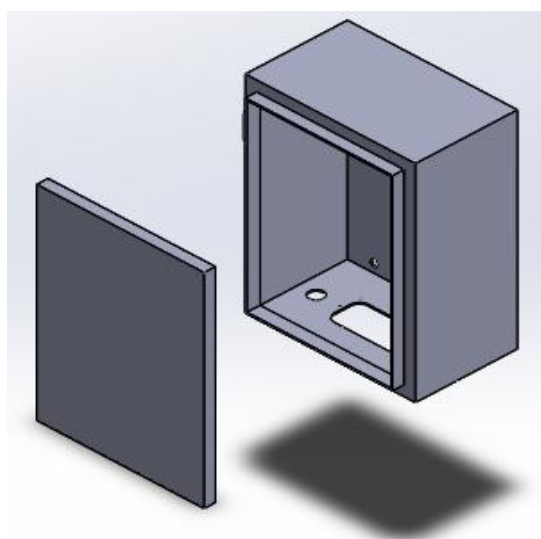


Figura 19-3 .Cajetín electrónico
Fuente: Autores

Con las medidas de (300x400) mm y una profundidad de 180mm se adecuan a nuestra necesidad, en el interior de el cajetín eléctrico se contempla el espacio para el logo V8, la pantalla touch, el regulador de voltaje, y la protección eléctrica para nuestro sistema de control.

3.4 Configuración del sistema de control

En esta etapa de configuración se procederá a programar al LogoV8 y la pantalla KTP 400, para esta actividad se utilizara dos programas como son el Logosof y Tía Portal.

3.4.1 Programación logo.

Se utilizara el software Logo soft V8 en el cual se puede diseñar la programación que permitirá controlar de manera inalámbricamente el control del cuarto frio.

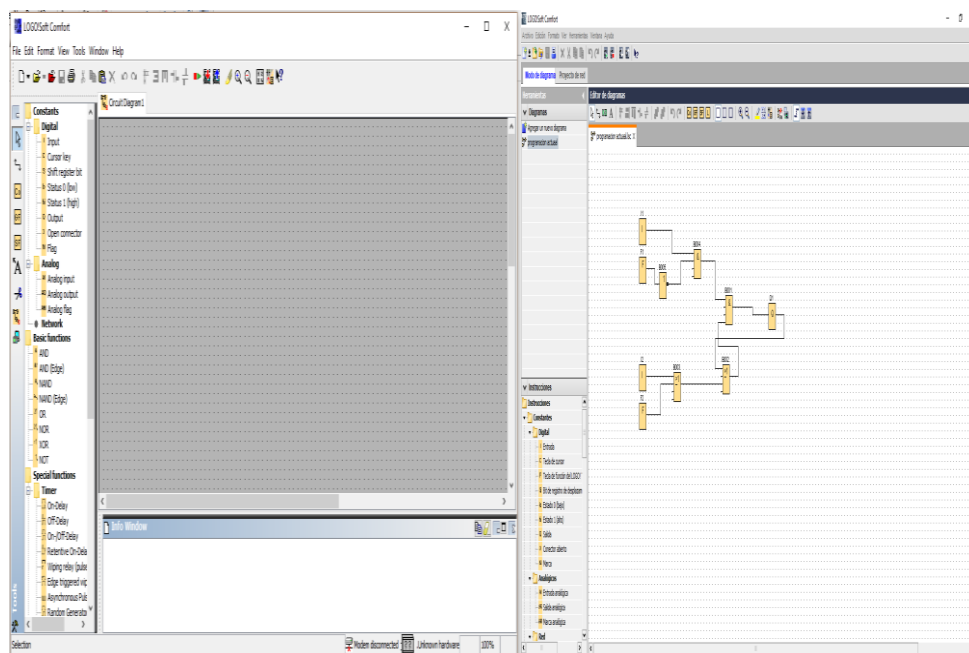


Figura 20-3. Programación logo

Fuente: Autores

Para la programación se utiliza una entrada para el encendido y apagado, y otra entrada para hacer la conexión inalámbricamente. Una vez concluido la programación se procede a cargar al logo a través del cable Ethernet desde nuestra pc, configuramos el IP de nuestra red.

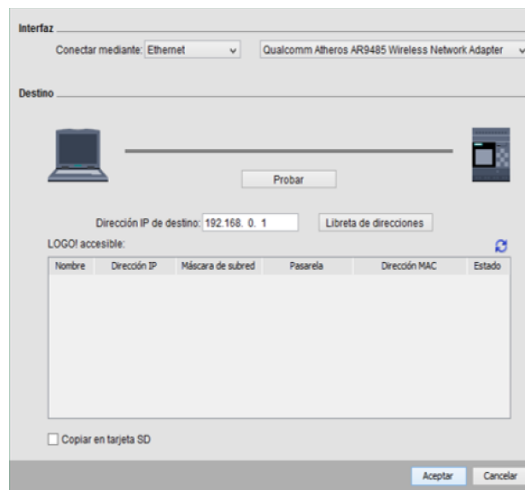


Figura 21-3. Conexión logo-Pc

Fuente: Autores.



Figura 22-3. Conexión logo. PC

Fuente: Autores.

Por último, paso el programa solicita una contraseña que por defecto es la propia palabra “LOGO”, una vez ingresada la contraseña se puede configurar y cambiar al gusto del cliente esta contraseña, en las opciones de IP ingresamos los de nuestra red, pero en este caso se utilizó la IP de la institución, para realizar el control inalámbrico.

3.4.2 Configuración de los elementos de monitoreo

3.4.2.1 Programación pantalla KTP-400.

Para la programación de la pantalla se utilizará el software Tía Portal el cual nos permitirá escoger el tipo de pantalla e introducir los botones para el manejo del control.

En la interfaz LogoV8 y pantalla HMI KTP 400 se desarrolla en el programa Tia Portal asignando las entradas y salidas de la programación logosof a los botones que serán diseñados en la pantalla HMI.

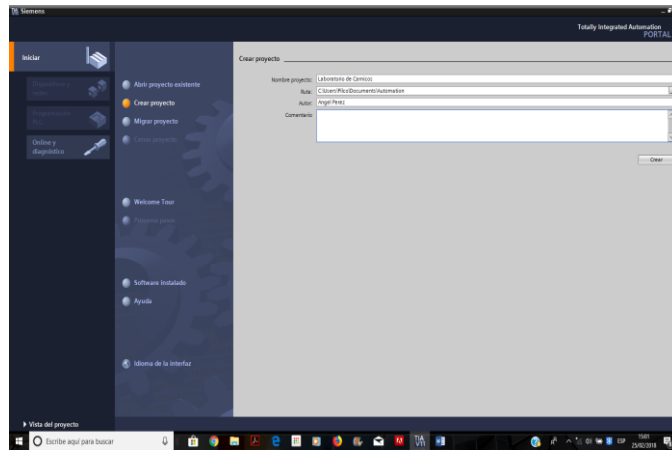


Figura 23-3. TiaPortal V11

Fuente: Autores

- Al abrirse el programa creamos un nuevo proyecto y ubicamos los datos requeridos por el software y damos clic en crear.
- En el siguiente paso seleccionamos el dispositivo pantalla HMI, elegimos el tipo de pantalla como es nuestro caso será la KTP-400 monocromática y damos un clic en agregar.

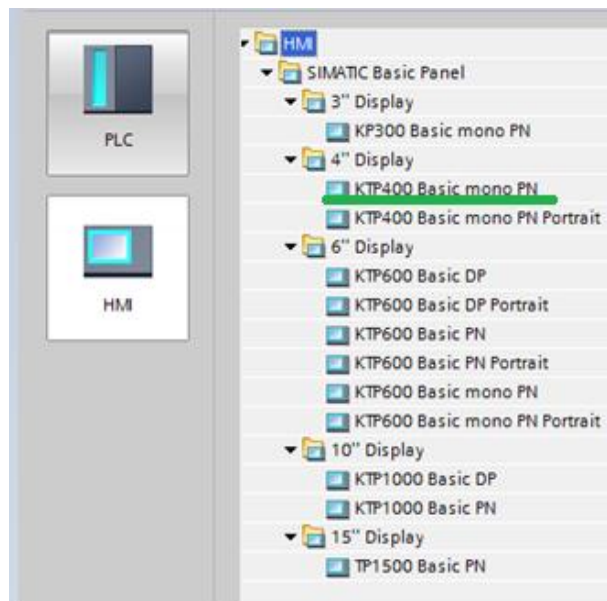


Figura 24-3. Selección de HMI

Fuente: Autores.

Se abrirá una nueva pantalla en la cual está representada la pantalla KTP 400.

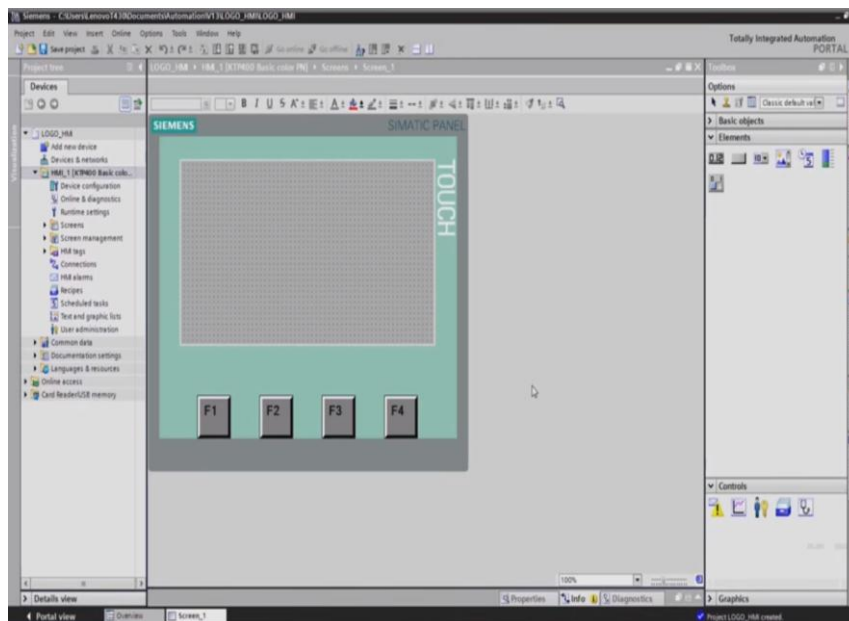


Figura 25-3. Conjunción HMI

Fuente: Autores.

Vamos al icono HMI tags y damos clic en connections.

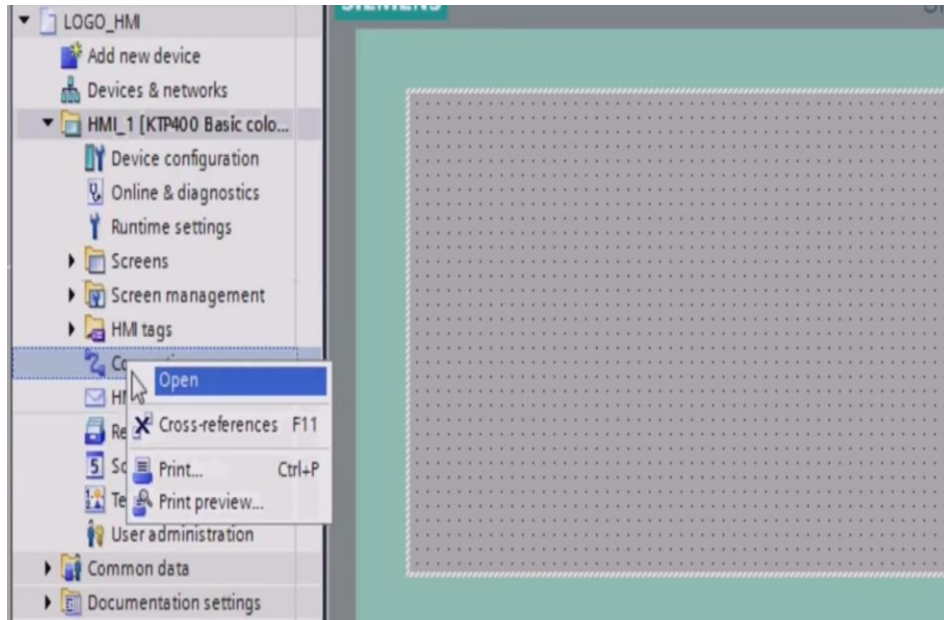


Figura 26-3. HMI conexions

Fuente: Autores.

Se abrirá esta nueva ventana para configurar con nuestro logo V8 y en la pestaña de communication driver escogemos LOGO

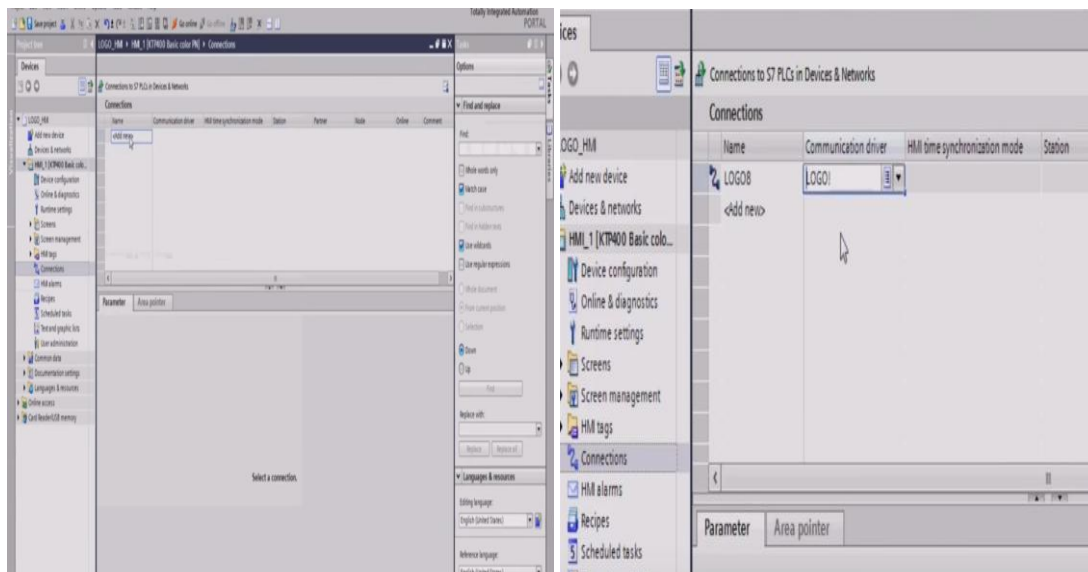


Figura 27-3. Conexión Logo

Fuente: Autores.

En este paso debemos configurar las direcciones IP, estas direcciones las obtenemos en base a la red que estemos conectados.

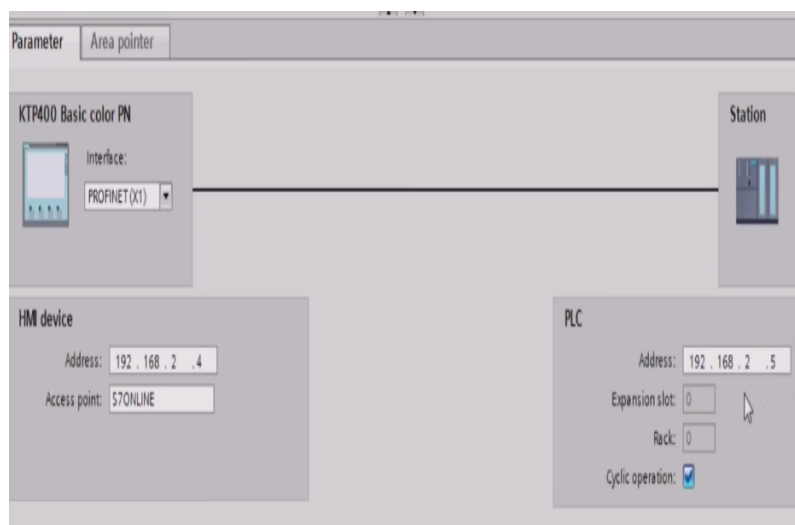


Figura 28-3. Configuración IP

Fuente: Autores.

Damos clic en la pestaña de HMI tags, se visualizará una ventana como el gráfico siguiente, ahora modificaremos la parte de los tags, hace referencia a las terminales del logo como son M y I

En la pestaña de conexiones elegimos el LOGO, esto es importante mediante esta configuración se comunicará el LOGO con la pantalla HMI KTP 400

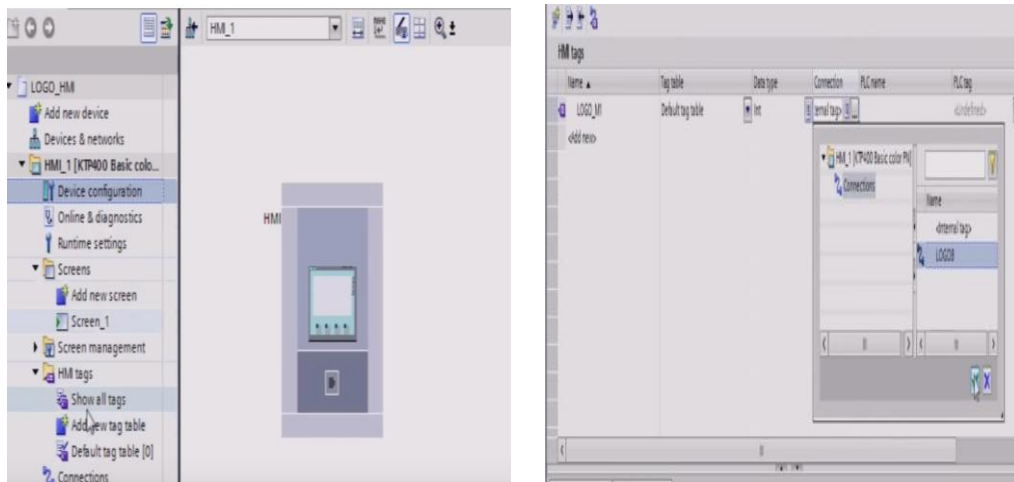


Figura 29-3. Conexión LOGO-HMI

Fuente: Autores.

Ingresamos clic en SCRENN se visualizara la pantalla en la cual vamos a insertar los botones que van a controlar el cuarto frio.

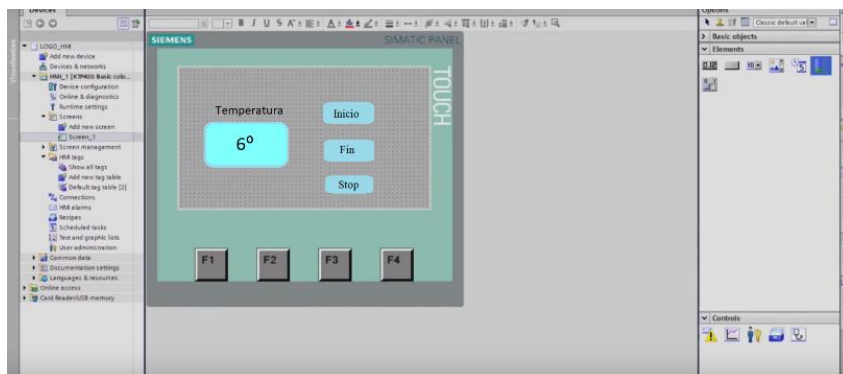


Figura 30-3. Asignación de botones.

Fuente: Autores

Se carga la programación a la pantalla HMI KTP 400 a través del cable Ethernet.



Figura 31-3. Programación KTP400

Fuente: Autores.

3.5 Configuración del sistema de monitoreo.

3.5.1 Programación del arduino con sensor de temperatura.

Se debe tener en cuenta que el sensor que elegimos es un LM35 en sus características importante es el rango de medición desde -55°C a 150°C , este dato es importante porque al efectuar la programación en el sistema de control, se encuentra dentro del rango requerido es decir de 4°C a 8°C .

El software arduino se puede obtener de forma gratuita descargándose directamente desde la propia página de arduino en internet para su interfaz con el sensor LM35.

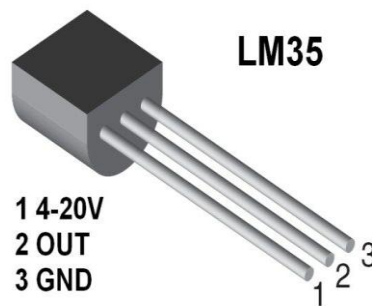


Figura 32-3. Sensor de temperatura LM35
Fuente: (Arduino, 2013)

- Se abrió el programa arduino para la respectiva programación.

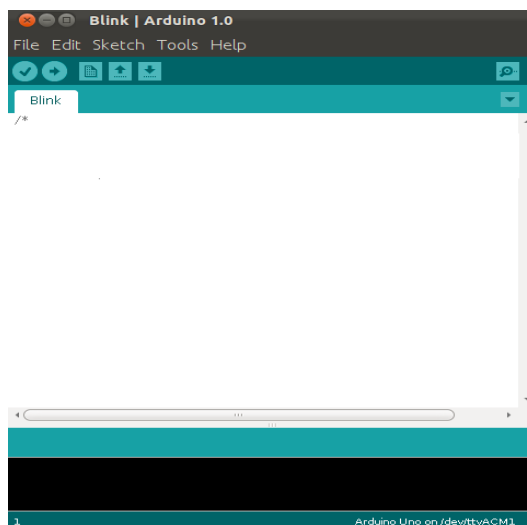


Figura 33-3. Software Arduino
Fuente: Autores.

- Se realiza la respectiva programación del arduino para el control del sensor de temperatura LM35 que va desde los 4°C a 8°C.

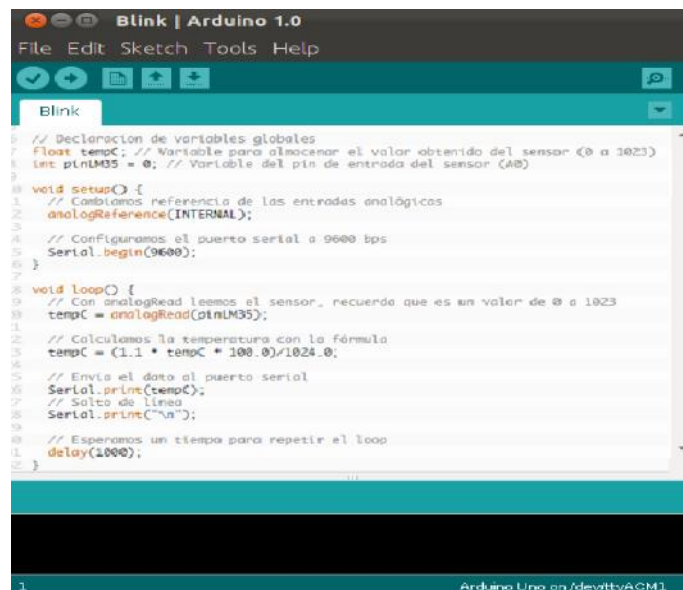


Figura 34-3. Programación del sistema de Monitoreo

Fuente: Autores

5.2 Configuración Xbee.

Para los dispositivos Xbee se tiene dos maneras particulares de configuración como son en AT y en API.

La configuración de emparejamiento AT es la más utilizada por los diseñadores ya que permite el envío y recepción de datos sin tomar en cuenta otras acciones que pueda realizar dicho elemento, para la configuración de emparejamiento es sencillo solo debemos establecer un código ID.

Al seleccionar el modo AT se puede a futuro intercambiar uno de ellos, solo debemos configurar el nuevo dispositivo Xbee con la misma ID.

El software a utilizar será el X-CTU es de descarga libre, fácil instalación

- Pasos para el emparejamiento del dispositivo Xbee XB24.Z7WIT.004, el cual forma parte de la serie2 Xbee.

- Primero conectamos el dispositivo Xbee a la pc de forma USB.

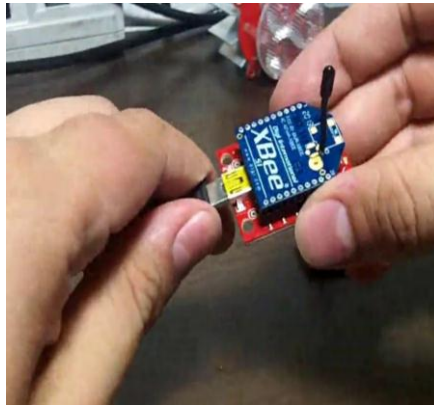


Figura 35-3. Conexión Xbee ala Pc

Fuente: Autores.

- Se abre el programa X-CTU, identificamos la conexión en el software mediante la ventana de visualización del X.CTU como se visualiza el puesto COM-13, en la pestaña de PC settings.

La programación del arduino es un lenguaje no muy complicado de programas en comparación con logo y PLC.

El interfaz del mismo se lo realiza mediante un adaptador USB a una computadora para cargar su programación.

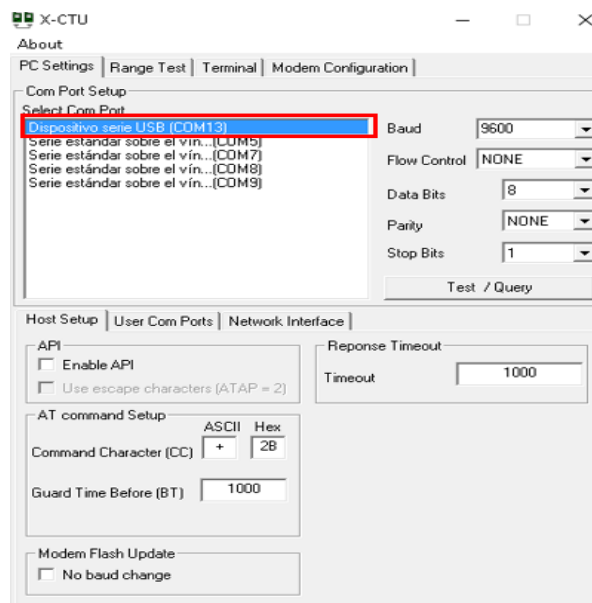


Figura 36-3. Conexión Xbee

Fuente: Autores

- Se escoge la pestaña Modem Configuración, damos un clic en Read para que el programa detecte el dispositivo conectado automáticamente con su característica de función y versión.

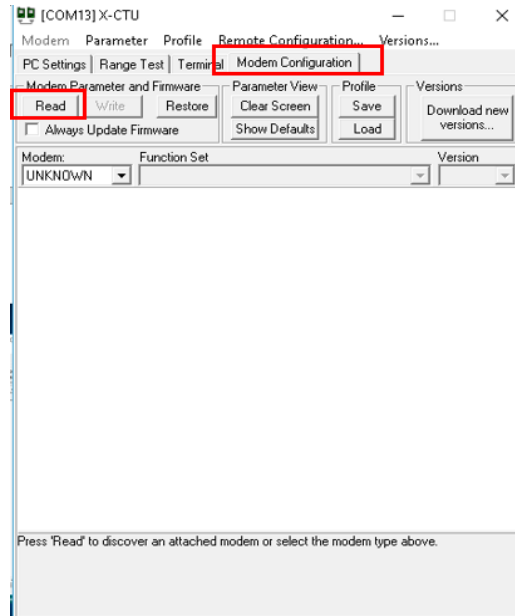


Figura 37-3. Búsqueda de tipo de modem
Fuente: Autores

- Se identifica el modem (XBP24) y la función Set, se abrirá una lista de configuraciones en la cual seleccionaremos la carpeta de Networking y Security donde se encuentra las opciones de configuración PAN ID.

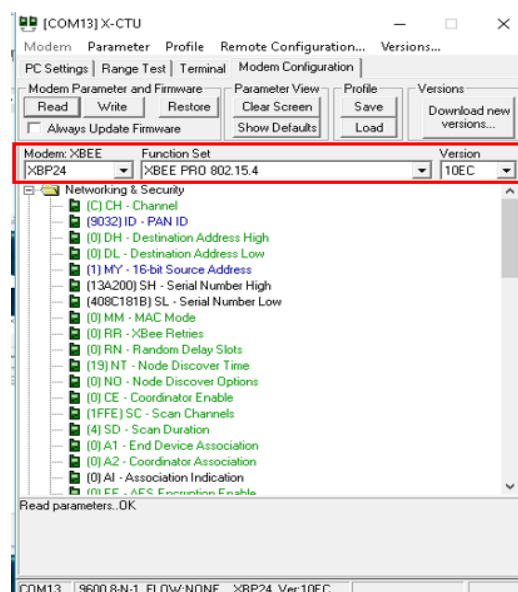


Figura 38-3. Reconocimiento del modem Xbee
Fuente Autores.

Seleccionado la opción PAN ID se cambia el número de fabricante, se debe tomar en cuenta que para el emparejamiento el numero sea el mismo en los dos dispositivos Xbee, como números escogeremos el “9032”, las demás opciones no se modifican se mantiene lo seleccionado.

- Para finalizar se da clic en el botón write para guardar las modificaciones.

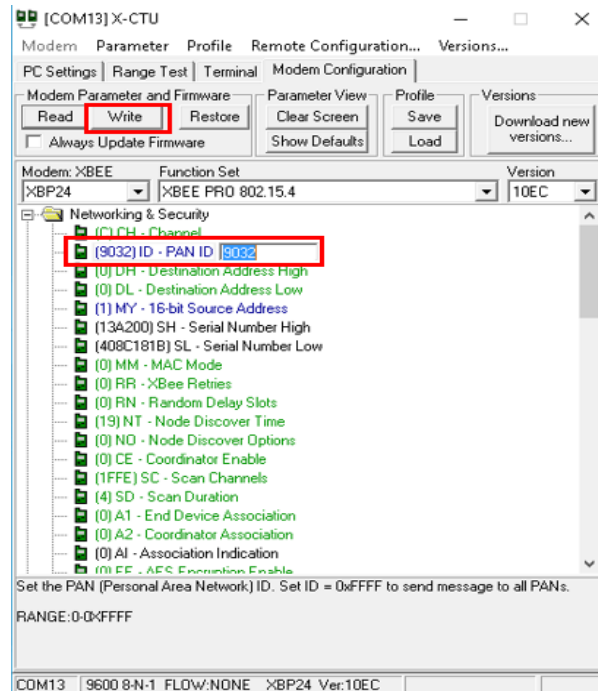


Figura 3-4. Configuración Xbee

Fuente: Autores.

En respectivo procedimiento que se realizó para este Xbee se debe hacer lo mismo para el otro par y en el cambio de número es el mismo 9032.

CAPÍTULO IV

4 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO.

4.1 Mantenimiento e implementación del nuevo sistema de control y monitoreo.

Una vez culminado la evaluación del estado inicial el mantenimiento y reposición de cada elemento que no funcione de cada parte del sistema. Así como clasificamos al cuarto de enfriamiento en 3 sistemas, procedemos también en orden a dar mantenimiento.

Mantenimiento del cuarto frío del laboratorio

- Mantenimiento del sistema estructural. El mantenimiento básicamente fue la limpieza de las paredes del cuarto frío que están manchados con aceite y polvo, para la instalación de este tipo de cuarto fríos nos recomienda lo siguiente:
- Primero un plástico como base para que la base se mantenga seca.
- Segundo la espuma de Poliuretano debe estar nivelada conforme al piso.
- Para las paredes adyacentes al cuarto frío deben estar perpendiculares.



Figura 1-4. Reposición del piso.

Fuente: Autores.

- Mantenimiento del sistema de refrigeración. El compresor fue energizado directamente; el ventilador se encendió sin ninguna novedad, no existía paso de energía al compresor, por lo cual se procedió al desmontaje de la capsula del mismo para la verificación y cambio del cableado para su funcionamiento.

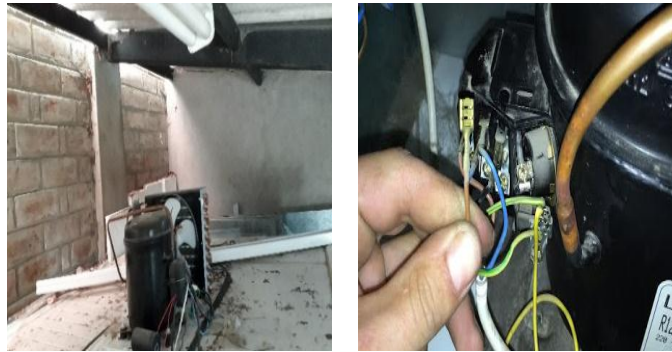


Figura 2-4. Mantenimiento compresor.

Fuente: Autores.

Mantenimiento del sistema eléctrico. Se encontró los cables destruidos por los roedores, mediante el análisis anterior se concluyó la reposición de los cables de conexión del sistema. Se cambió el cableado y se desarrolló la implantación del mismo en sus respectivas canaletas por mayor protección.



Figura 3-4. Mantenimiento del sistema eléctrico

Fuente: Autores.

4.2 Implementación del sistema de control.

Para la implementación del cajetín de control, previamente se realizó el ensamble de las instalaciones para completarlo a la programación del arduino con el sensor de temperatura.

4.2.1 Diagramas de conexión del sistema de control.

Se realiza el esquema de conexiones físicas, una vez elegido y configurado todos los accesorios para el sistema de control.

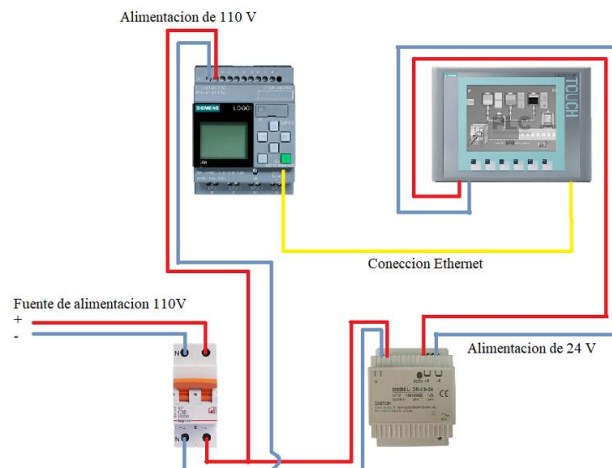


Figura 3-4. Esquema de conexión
Fuente: Autores.

En la figura anterior se plantea la conexión eléctrica y el interfaz de los componentes que realizarán el control, la línea amarilla es el cable Ethernet de red el cual permite conectar la pantalla con el logoV8.

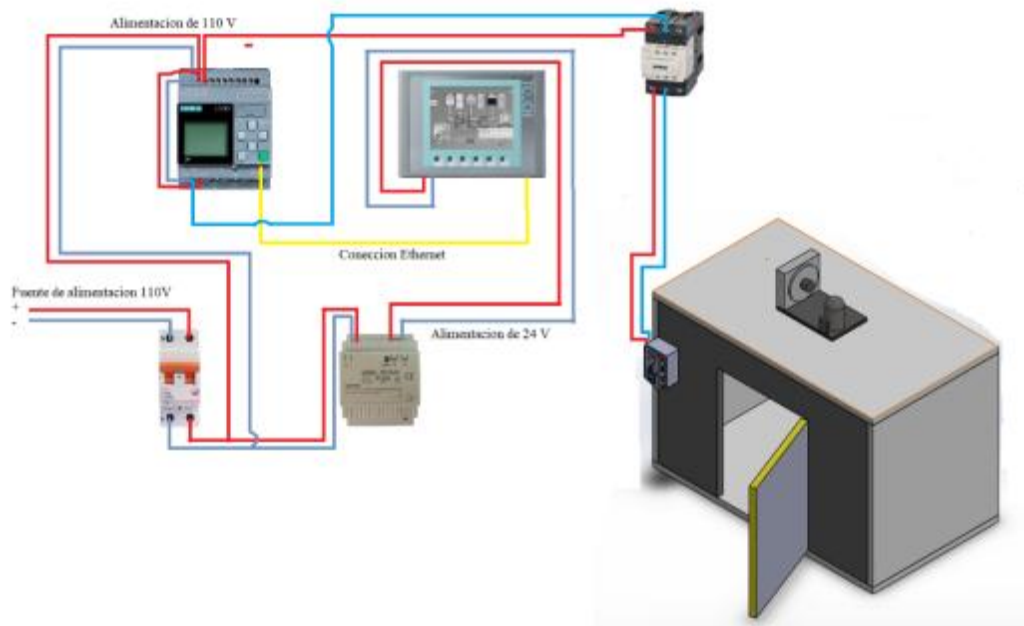


Figura 4-1. Esquema de conexión sistema de control cuarto frio
Fuente: Autores.

Ya finalizado los diagramas y programación, se construye un cajetín el cual permitirá el control del cuarto frio del Laboratorio de Cárnicos de la Facultad de Ciencias Pecuarias. El cajetín de control del cuarto frio tuvo un diseño previo realizado en el programa solidworks en donde se pueden visualizar de forma amplia la distribución de los componentes de control y monitoreo del proyecto de titulación, detallado en el ANEXO 3.

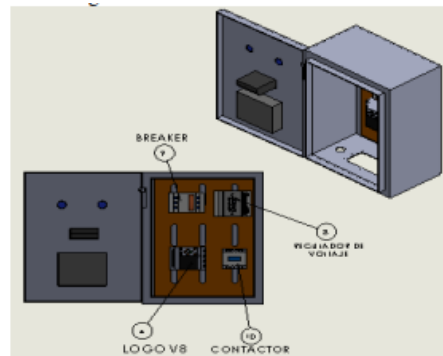


Figura 5-4. Cajetín de control.
Fuente: Autores.

4.2.2 Montaje del sistema monitoreo local

Una vez programado el Logo como la pantalla KTP400, con la ayuda del ANEXO 3 el cual detalla las medidas de los orificios a perforar para el ensamble de todas las partes.

- Primero se realiza las perforaciones al cajetín eléctrico escogido.



Figura 6-4. Perforación del cajetín
Fuente: Autores.

- Se instala cada uno de los accesorios previamente elegidos y programados con sus respectivos sistemas de seguridad.



Figura 7-4. Distribución de accesorios.

Fuente: Autores.

- El siguiente paso son las conexiones eléctricas de los componentes para la energización del sistema.



Figura 8-4. Conexiones eléctricas.

Fuente: Autores.

- Se implementa el cajetín de control en el Laboratorio de Cárnicos de la Escuela de Ingeniería en Industrias Pecuarias.



Figura 9-4. Ensamble total.

Fuente: Autores.

4.3 Implementación del sistema de monitoreo remoto.

Una vez elegida la tecnología xbee y programada, se realizó los diagramas de conexión antes misionados trabajando con dos mecanismos: el emisor que envía la información de temperatura de trabajo y el mecanismo receptor que recibe la información para monitorear en tiempo real el sistema.

- **Mecanismo emisor**

Este mecanismo se instaló en el cuarto de enfriamiento donde su principal función es la toma de temperatura según el rango establecido en el interior del cuarto frio.

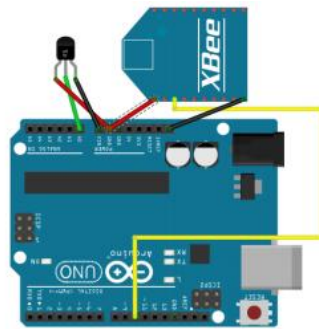


Figura 10-4. Mecanismo emisor.
Fuente: Autores.

- **Mecanismo receptor**

Capta la información proveniente del cuarto frio y la visualiza en el programa arduino el cual será monitoreado en tiempo real la temperatura del cuarto frio.



Figura 11-4. Mecanismo receptor.
Fuente: Autores

Obtenido los diagramas de conexión y cargada la programan en el arduino, se procede al montaje del sistema de monitoreo.

- Armado del sistema de monitoreo.

De igual manera como se desarrolló con el sistema de control, se procede al ensamble del sistema de monitoreo en el cual la información será enviada por los dos puertos Xbee, en el mecanismo emisor está constituido por el sensor de temperatura.

Esta información es enviada al arduino y será transmitida por el puerto Xbee, la misma información que será visualizada en tiempo real en el computador de las oficinas del cuarto frio observando la temperatura de trabajo del cuarto frio.

- Ensamble del cajetín de monitoreo

Para el ensamble del cajetín se utilizó el mismo tablero de control, en el cual se distribuyó el arduino uno, el xbee serie 2 y el sensor M35 de temperatura.

El sistema se encuentra comprendido por un mecanismo emisor, el cual permite una estabilidad de temperatura en el interior del cuarto frio.

El mecanismo receptor está ubicado en la base del computador de la oficina encargado del laboratorio de cárnicos de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, el cual tendrá acceso al programa arduino.



Figura 12-4. Circuito de Monitoreo.

Fuente: Autores

CAPÍTULO V

5 RECURSOS Y COSTOS

5.1 Recursos

- Institución

Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

- Humanos

Autor de tesis: Ángel Geovanny Pérez Pilco

José Luis Jaramillo Vicuña

Tutor de tesis: Ing. Eduardo García

Asesor de tesis: Ing. Ángel Guamán Lozano

- Materiales
 - ✓ Equipos
 - ✓ Tecnológicos
 - ✓ De escritorio
 - ✓ Bibliográficos
 - ✓ Otros
- Financieros

Financiado por los autores.

5.2 Costos de la implementación.

5.2.1 Costos directos.

Ítem	Denominación	Unidad	Precio unidad	Precio total
1	LogoV8	1	400	400
2	Pantalla KTP400	1	600	600
3	Regulador V	1	120	120
4	Contactor 8A	1	85	85
5	Cajetín Eléctrico	1	80	80
6	Cables eléctricos	1	85	85
7	Módulo Xbee	2	90	180
8	Sensor de Temperatura	1	40	40
9	Configurador de Xbee	2	40	80
10	Caja para circuito	1	45	45
11	Arduino	2	25	50
Total				\$ 1865

Tabla 1-5. Costos directos.

Fuente: Autores.

5.2.2 Costos indirectos.

Nº	Denominación	Precio [USD]
1	Pasajes de traslado	10
2	Asesoría técnica	50
3	Imprevistos	50
Total		110

Tabla 2-5. Costos indirectos.

Fuente: Autores.

5.2.3 Costo total.

Nº	Denominación	Precio [USD]
1	Costos directos totales	1865
2	Costos indirectos totales	110
Total		\$ 1975

Tabla 3-5. Costo total.

Fuente: Autores.

El costo de la implementación para el sistema de control y monitoreo tiene un valor total de \$1975.

CAPÍTULO VI

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Mediante la aplicación de una metodología de evaluación de funcionalidad de elementos se determinó que el sistema estructural del cuarto frío se encuentra funcional al 100 % en estructura, tan solo se necesita dar un mantenimiento de limpieza y sellado de los agujeros de las paredes del cuarto frío para que no exista fugas de aire, en el sistema eléctrico los elementos son reutilizables con la novedad, que no existe ningún tipo de conexión entre ellos, por lo tanto la comisión total de los circuitos eléctricos debe tener un trabajo inicial desde cero y la unidad de condensación se encuentra en buen estado con el criterio de realizar un mantenimiento correctivo en algunas de las piezas que se encuentran obsoletas para un 100 % funcional.

A través de la evaluación de dispositivos existentes en el mercado para el control de procesos se obtuvo que la mejor opción para el control del cuarto frío fue el PLC S7 logoV8 porque cumple con el requerimiento de entradas y salidas necesarios e incluso se mantiene un rango de sobredimensionamiento con la proyección de aumentar algún tipo de control extra para el mejoramiento del cuarto frío con la facilidad que tiene una comunicación ethernet lo que permite una proyección a que estos sistemas puedan adaptarse a un sistema scada que es el proyecto ambicioso de la Facultad de Ciencias Pecuarias .

A través de las etapas de pruebas de laboratorio se obtuvo la temperatura ideal del cuarto entre el rango de 4 a 8 °C, dando una facilidad de monitoreo del cuarto frío mediante un interfaz entre laboratorio de la Facultad de Ciencias Pecuarias y el cuarto frío en tiempo real.

6.2 Recomendaciones

Dar continuidad con el proyecto ambicioso que tiene la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo con el repotenciación de la planta de cárnicos, ya que los dimensionamientos de los equipos utilizados son exagerados para la aplicación que se le dio.

Se sugiere que exista un sistema de control anti plagas, ya que la unidad queda expuesta y así eliminar el deterioro de los aislantes del cableado eléctrico del sistema por los roedores.

Realizar guías de laboratorio para que exista un procedimiento de utilización del área de trabajo adecuado, para facilitar el manejo del mismo y emplear todas las normas y leyes empleadas en los diferentes sistemas integrados (seguridad industrial, medio ambiente y gestión de calidad).

BIBLIOGRAFÍA

MANUAL DE OPERACIONES SIEMENS. *Características técnicas de dispositivos Siemens.* [En línea] USA 2014. [Consulta: 15 de Mayo de 2017.] Disponible en: https://www.slo.lv/upload/catalog/instalacijas_materiali/siemens_logo_system_manual-en.pdf

EDUARDO, M. A., & RODRIGUEZ, Duran. *Repotenciación y planificación del mantenimiento preventivo del equipo de refrigeración para el cuarto frío de la planta de Cárnicos de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH.* [En línea] ECUADOR 2014. [Consulta: 1 de Mayo de 2017.] Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4208/1/25T00260.pdf>

ELECTRO INDUSTRIA. *Interfaces hombre-máquina de las herramientas de trabajo.* [En línea] COLOMBIA 2013. [Consulta: 1 de Mayo de 2017.] Disponible en: <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=2020>

FRIGORIFICAS, C. *Camara Frigorificas para la industria alimenticia con parametros de calidad.* [En línea] ECUADOR 2011. [Consulta: 10 de Mayo de 2017.] Disponible en: <https://camarafrigorificas.wordpress.com/tag/sistemas-de-refrigeracion/>

MANUAL DE OPERACIONES SIEMENS. *Data sheet características técnicas de dispositivos Siemens.KTP600.* [En línea] USA 2014. [Consulta: 15 de Mayo de 2017.] Disponible en: ///C:/Users/PC-2/Downloads/6AV66470AC113AX0_datasheet_en.pdf

MANUAL DE OPERACIONES MICRO. (S.F.). *Data sheet características técnicas de dispositivos Micro.* [En línea] ECUADOR 2014. [Consulta: 20 de Mayo de 2017.] Disponible en: http://microautomacion.com/catalogo/10Automatizacion_y_control.pdf

MANUAL DE OPERACIONES SIEMENS. *Data sheet características técnicas de control y procedimientos de montaje para trabajo de dispositivos Siemens,LOGOV8.* [En línea] USA 2014. [Consulta: 15 de Agosto de 2017.] Disponible en: https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controladores_modulares/LOGO/Documents/logo_system_manual_es-ES_es-ES.pdf

MANUAL DE OPERACIONES SIEMENS. *Características técnicas de dispositivos Siemens Logo V8 para la automatización de procesos industriales control de mando.* [En línea] USA 2015. [Consulta: 15 de Diciembre de 2017.] Disponible en: https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controladores_modulares/LOGO/Documents/logo_system_manual_es-ES_es-ES.pdf

MANUAL DE OPERACIONES SIEMENS DISPOSITIVO S7-1200. *Características técnicas de dispositivos s7 controlador programable s7-1200 para trabajo.* [En línea] USA 2016. [Consulta: 15 de Diciembre de 2017.] Disponible en: <https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S71200-MANUAL%20DEL%20SISTEMA.PDF>

ANEXOS

ANEXO A

Plano dimensiones de cajetín de control.

ANEXO B

Plano dimensiones del cuarto frio.

ANEXO C

Plano dimensiones de la tapa de cajetín de control.